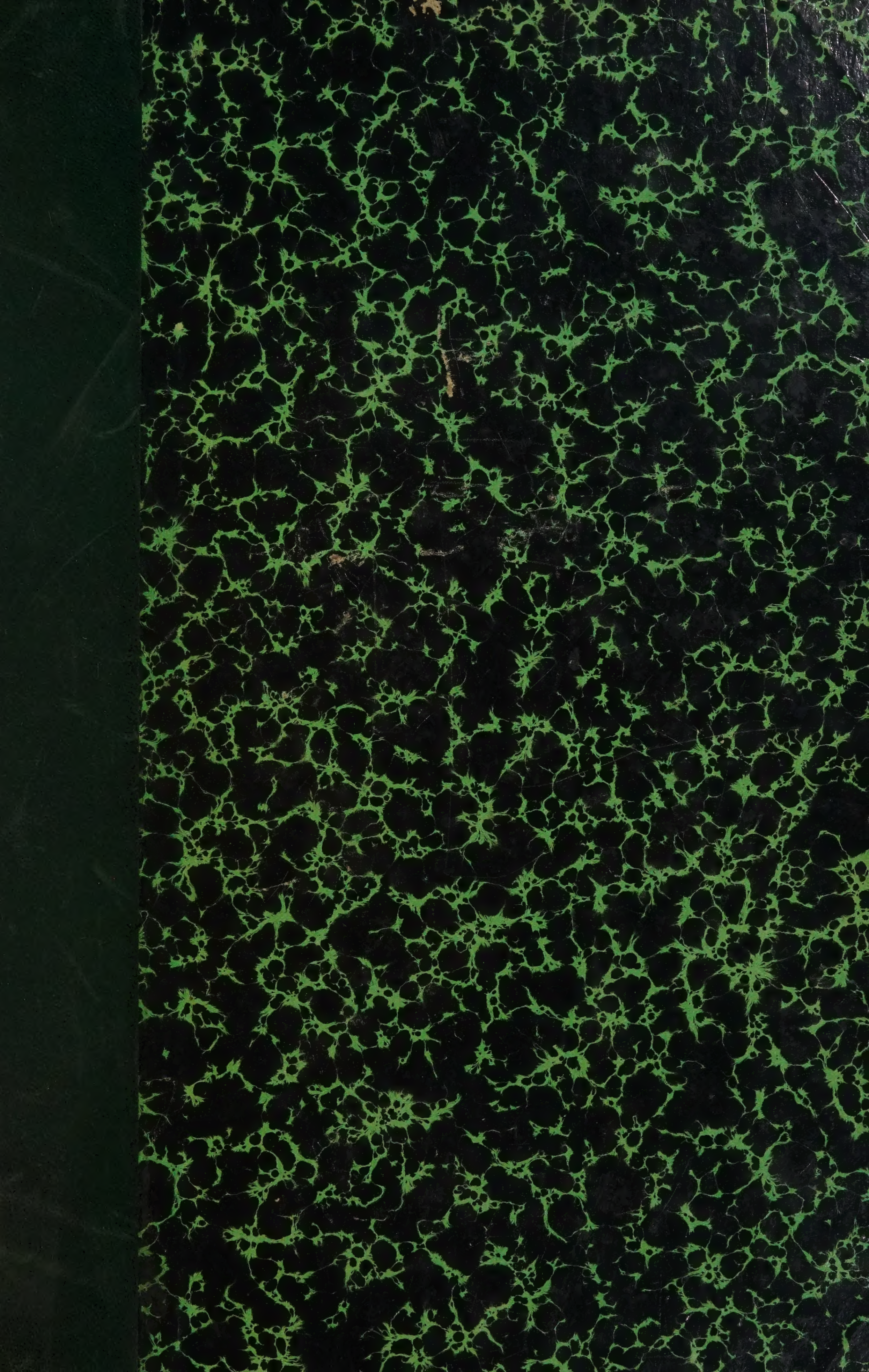


LE

MONITEUR SCIENTIFIQUE

TROISIÈME SÉRIE — TOME II

QUATORZIÈME VOLUME DE LA COLLECTION

PARIS. — TYPOGRAPHIE ET LITHOGRAPHIE DE RENOU ET MAULDE
144, RUE DE RIVOLI, 144

LE

MONITEUR SCIENTIFIQUE

JOURNAL

DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES

Compte-rendu des Académies et Sociétés savantes
et Revue des progrès accomplis dans les Sciences mathématiques,
physiques et naturelles

PHOTOGRAPHIE, CHIMIE, PHARMACIE, MÉDECINE
REVUE DES INVENTIONS NOUVELLES ET INDUSTRIE MANUFACTURIÈRE
DES ARTS CHIMIQUES

JOURNAL FONDÉ ET DIRIGÉ

Par le Dr QUESNEVILLE

TOME QUATORZIÈME

DE LA COLLECTION

FORMANT L'ANNÉE 1872

TROISIÈME SÉRIE — TOME II

PARIS
CHEZ M. QUESNEVILLE, RÉDACTEUR-PROPRIÉTAIRE
12, RUE DE BUCI, 12

LIBERTÉ. — ÉGALITÉ. — FRATERNITÉ.

LE MONITEUR SCIENTIFIQUE-QUESNEVILLE.

JOURNAL DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES.

Avec un Bulletin médical et de pharmacie.

LA SANTÉ ET L'HYGIÈNE.

JOURNAL MENSUEL.

ABONNEMENTS : **20** fr. par an FRANCO pour la France, **25** fr. pour l'étranger et **30** fr. pour pays d'outre-mer. — Chaque livraison : **2** francs.
On s'abonne chez M. le docteur QUESNEVILLE, rue de Buci, 12, à Paris.

361e Livraison. JANVIER. Année 1872.

SOMMAIRE.

Pages

La source de la force musculaire (suite et fin); par M. le baron de Liebig. 7

Leçons sur les matières colorantes (suite); par M. le docteur Crace-Calvert. 22

Sophistication du sucre avec de la dextrine........................ 31

Sur l'anthracène et ses dérivés (suite); par M. E. Kopp.................. 33

Action de l'oxygène sur une dissolution alcaline d'alizarine; par M. Auerbach.. 43

Mémoire sur le déterminisme dans les phénomènes de la vie (suite et fin); par M. Fernand Papillon... 46

La chimie constituée par Lavoisier; par M. Jacob Volhard, professeur de chimie à l'Université de Munich. — Traduit de l'allemand; par M. E. Dubois....... 50

Académie des sciences.. 71

SÉANCE DU 11 DÉCEMBRE. — Troisième mémoire de M. Becquerel sur la décoloration des fleurs par les décharges électriques. — Sur le froid du 9 décembre 1871; par M. Delaunay. — Sur la précocité du froid en 1871; par M. Ch. Deville. — Sur l'intervention de l'azote atmosphérique dans la végétation; par M. Deherain. — Sur les gisements de chaux phosphatée de Caylux; par M. Trutat. — Lettre de M. J.-A. Barth, de Leipsick, demandant l'examen de deux brochures allemandes : *L'état de la chimie en France*, *Lavoisier*. — L'Académie, ou plutôt M. Dumas, leur fait un accueil plus que froid. — M. Kolbe, auteur de la première brochure, dit qu'il est étranger à cet envoi. — M. Boussinesq. — Sur un nouveau propulseur; par M. de Tastes. — Étude des vibrations communiquées au mercure et aux liquides en général; par M. A. Barthélemy. — Recherches sur les propriétés physiologiques de divers sels du genre chlorure; par M. Rabuteau. — Sur des phénomènes acoustiques observés en ballon; par M. W. de Fonvielle. — Sur la combustibilité du carbone; par M. Dubrunfaut. — Sur le dosage du glucose; par M. F. Jean, etc., etc.................................. 71

SÉANCE DU 18 DÉCEMBRE. — Sur les froids de décembre 1871; par M. Delaunay. — Réponse à un mémoire de M. Liebig, relatif aux fermentations; par M. Pasteur. — M. Frémy rappelle à ce sujet son mémoire sur la *fermentation lactique*, et combat les idées de M. Pasteur. — Discussion aigre comme du vinaigre. — Télégrammes de M. Janssen. — Influence des diverses couleurs sur la végétation; par M. P. Bert, etc. 76

Pages

SÉANCE DU 26 DÉCEMBRE. — Recherches sur l'origine des levûres lactique et alcoolique ; par M. Trécul. — Réponse de M. Pasteur à ce mémoire. — M. Regnault, à propos des expériences de M. Merget, écrit à l'Académie qu'il a déjà constaté la présence des vapeurs mercurielles au-dessous de zéro. — M. Boussingault rappelle aussi ses expériences. — M. Favre communique ses recherches sur la conductibilité électrique des liquides. — MM. de Ruolz et A. Fontenay réclament la priorité de l'emploi du phosphore pour l'amélioration du métal des bouches à feu, contre MM. Montefiore-Levi et Kunzel. — M. Berthelot communique la suite de ses recherches sur l'état des corps dans les dissolutions. — Sur l'origine du carbone fixé par les végétaux à chlorophylle ; par M. Cailletet. — Appareil pouvant servir à mesurer les températures d'altération et de détonation des composés explosifs; par MM. Leygue et Champion. — Modifications que subit l'acide nitreux au contact du sol ; par M. Chabrier, etc. 78

SÉANCE DU 2 JANVIER 1872. — Constitution du bureau et inventaire lu par M. Faye. — M. Delaunay lit une note sur les mouvements du périgée et du nœud de la lune. — M. Pasteur et M. Trécul recommencent leur discussion sur l'origine des levûres. — Le Père Secchi adresse de nouvelles observations sur la température du soleil, en réponse aux critiques de M. Ericsson. — M. Vicaire traite à son tour le même sujet. — Sur les courants électriques obtenus par la flexion des métaux; par M. Volpicelli. — État des corps dans les dissolutions ; par M. Berthelot (suite). — Sur la décomposition spontanée de divers bisulfites; par M. C. de Saint-Pierre. — Sur la chaleur absorbée pendant l'incubation ; par M. A. Moitessier. — Propriétés physiologiques et métamorphoses des cyanates dans l'organisme ; par MM. Rabuteau et Massul. — Lettre de M. Ehremberg au Président de l'Académie, etc., etc. 80

SÉANCE DU 8 JANVIER. — Les points noirs entrevus par M. Chevreul et ses supplications pour qu'on imprime au plus vite le XXXIXe volume des *Mémoires de l'Académie.* — Sur les effets chimiques résultant de l'action calorifique des décharges électriques ; par M. Becquerel. — Matière sucrée apparue sur les feuilles d'un tilleul ; par M. Boussingault. — L'Observatoire de Montsouris coûte chaque année 60,000 fr. 83

Du caoutchouc et de la gutta-percha (suite) ; par M. Blossom 85

Analyses industrielles ; par M. Tissandier 89

Nouvelle association française pour l'avancement des sciences. 92

Publications nouvelles 94

Spécialités médicinales 96

PUBLICATIONS NOUVELLES.

Mise en valeur des sols pauvres;

Par M. ALPH. FILLON, sous-inspecteur des domaines et forêts.

Un volume in-18 de 300 pages. Prix 3 francs. — Chez J. ROTHSCHILD, éditeur de la Bibliothèque horticole, agricole, forestière, rue des Saints-Pères, 13. Paris.

L'année scientifique et industrielle, par M. LOUIS FIGUIER, vient de paraître à la librairie HACHETTE (quinzième année, 1 vol. in-18, prix 3 fr. 50). L'auteur a réuni dans ce volume les travaux de la science et de l'industrie qui se rapportent aux deux années 1870 et 1871, ainsi que les questions de science appliquée à l'art de la guerre, qui ont été étudiées pendant l'invasion et le siége de Paris.

Les lois de la vie et l'art de prolonger ses jours. Par M. J. RAMBOSSON, lauréat de l'Institut, officier de l'Académie, etc., etc. — 1 vol. in-8 de 456 pages, papier vélin. — Chez Firmin Didot, rue Jacob, 56, à Paris.

LA SOURCE DE LA FORCE MUSCULAIRE.

Par le baron de Liebig.

(Suite et fin.) (1)

Traduit de l'allemand pour le *Moniteur scientifique* par M. André Sanson.

De la somme totale de force produite dans le corps animal, une partie est employée en travail intérieur, à savoir :

1° A tous les mouvements involontaires du sang, de la respiration, etc.;

2° A la transformation des aliments en matières qui servent pour la construction et la réparation des organes, en général de toutes les parties du corps, et ce n'est que le reste de la force qui subsiste après ces deux emplois qui peut être utilisé en travail extérieur.

Comme appareil travailleur et source de force du corps animal, la connaissance de la composition chimique du muscle est d'un haut intérêt ; mais nous en savons malheureusement peu de chose, de même que de ses conditions morphologiques.

Nous distinguons dans le muscle des éléments amorphes et des éléments figurés ; la septième partie de la substance musculaire sèche consiste en éléments solubles et non coagulables par la chaleur; ce sont les éléments dits extractifs, qui peuvent être enlevés au muscle divisé par l'eau froide.

L'urée et l'acide urique ne se montrent pas dans le muscle sain ; l'acide urique a été observé une seule fois par Meissner, dans la viande de poulet, en très-faible quantité (quelques milligrammes dans neuf livres de viande).

La présence infaillible de la créatine ou de la créatinine dans la chair musculaire de toutes les classes élevées des animaux peut être considérée comme une preuve décisive pour l'opinion que tous deux sont nécessaires à l'économie du muscle.

Beaucoup de physiologistes les ont considérées comme destinées à l'excrétion, parce que la créatinine notamment se présente souvent dans l'urine.

La créatine est, par ses propriétés chimiques, un élément auquel aucun autre ne peut être comparé. Par des actions très-faibles, comme par exemple dans une solution sucrée en fermentation, elle se change en une forte base alcaline et redevient un corps neutre, exclusivement par perte ou addition d'eau, sans que par conséquent un acide contribue à sa neutralisation ; une réunion de propriétés si curieuses doit avoir une certaine importance pour ce qui se passe dans l'appareil producteur de la force.

Que ces éléments, ou une partie d'entre eux, abandonnent le système, il ne peut pas y avoir là-dessus aucun doute ; mais je crois qu'on va trop loin de conclure de leur présence dans l'urine qu'ils n'ont point pris part aux actions du muscle. Les alcalis organiques, auxquels appartient la créatinine, sont des composés d'une nature spéciale et très-solide, et chacun tiendrait pour inadmissible de tirer de la présence de la quinine dans l'urine la conclusion qu'elle est sans influence sur les phénomènes qui se passent dans le corps.

L'acide inosique est, d'après les dernières observations de Seekamp, une partie constituante très-constante de la viande de bœuf, vraisemblablement de toutes les viandes (2), de même que l'hypoxanthine.

Les éléments riches en azote non cristallisables de la chair musculaire, en quantité prépondérante, sont à peu près inconnus quant à leur nature chimique ; aux non azotés appartient une substance qui se tranforme très-facilement en acide lactique, peut-être du sucre

(1) Voir notre numéro de décembre 1871, p. 894-908. — Prix de ce numéro : 2 francs.

(2) J'ai depuis peu reçu de Fray Bentos des quantités considérables d'inosate de baryte extraites de la viande de bœuf.

(Meissner) ou de l'inosite, qui existe en assez grande quantité dans le tissu musculaire du cœur (1).

De ce qui précède il résulte que la myosine ou syntonine, l'albumine, le tissu lamineux, la substance nerveuse et les phosphates ne constituent pas seuls le muscle, mais que les autres matières combustibles, si excessivement curieuses d'après leur nature chimique, doivent en être regardées comme des éléments également nécessaires; toutes ensemble ont part aux actions du muscle en travail et doivent être considérées comme des conditions de ces actions.

C'est à peine là une conclusion, mais bien plutôt un fait qui n'a point besoin de démonstration, et quand on considère les éléments figurés du muscle comme des parties mécaniques, on doit tenir les autres éléments mobiles pour les matériaux de travail.

De ce point de vue pourra s'étendre, je crois, notre conception du phénomène de la nutrition, que nous connaissons seulement, jusqu'à présent, dans ses traits les plus généraux, et la différence se montre clairement entre les carnassiers et les herbivores.

Dans les plantes sont engendrés les albuminates que les herbivores transforment en chair musculaire; les carnivores vivent de la chair des herbivores; l'organisme des carnassiers n'est pas incapable d'engendrer de la chair avec les albuminates végétaux, mais il n'est pas dans sa nature de convertir des albuminates végétaux en chair pour son existence et son développement.

L'organisme des herbivores possède, par les dispositions qui lui sont propres, la faculté de convertir les aliments servant à leur nourriture et de se les assimiler.

Au carnassier manque complétement cette faculté, son organisme n'est pas apte à la transformation des aliments végétaux tels que la nature les présente.

Il est impossible de nourrir un animal carnivore avec des pois, du blé ou de l'herbe; l'animal ne mange pas ces aliments et ne s'y laisse pas non plus habituer; et ses organes de préhension sont disposés pour déchirer et dévorer, non pour mâcher; la nourriture animale qui lui convient n'a besoin d'aucun travail de mastication pour devenir assimilable.

L'homme réussit artificiellement à remédier à l'un de ces défauts, mais non à tous, et à faire servir aussi maints aliments végétaux à la nourriture des carnassiers, en convertissant, par exemple, le blé en farine; avec du pain ou de la farine en bouillie, boulettes ou pâtes, avec ou sans addition de graisse, des animaux domestiques carnassiers peuvent être nourris.

La nutrition du carnassier avec de tels aliments végétaux préparés est toujours incomplète; ils occupent un grand volume et son appareil digestif n'est pas disposé pour l'épuisement, en un temps donné, des masses suffisantes pour ses besoins.

La transformation des albuminates végétaux en chair, qui est l'appareil où s'engendrent la force et la chaleur, la digestion de l'amidon, exigent de son corps un travail que lui épargne presque complétement son alimentation naturelle. Une grande partie de la somme de son travail intérieur est employée à la transformation de ces éléments; il perd sa sauvagerie et son caractère devient analogue à celui des herbivores. Comme sujet d'expérience pour la découverte complète de toutes les mutations nutritives, un carnassier est donc à peine convenable.

A l'opposé de cela, les organes travailleurs de l'herbivore, son appareil digestif et son appareil de mastication en particulier, ne sont pas seulement disposés pour la réduction, mais aussi pour la réception et la préparation de très-grandes masses d'aliments végétaux; chez nos animaux domestiques spécialement propres à la production de la viande, toute la somme de force engendrée dans leurs corps est employée en travail intérieur; en dehors du support et de la translation de leur corps ils n'exécutent aucun travail extérieur; ce qui leur est imposé en travail extérieur par contrainte est perdu pour la production de la viande.

Si nous comparons la chair avec les albuminates, la différence est facile à saisir.

---

(1) A cette substance sucrée, il faut ajouter la dextrine, que j'ai découverte, en 1858, dans la chair musculaire du cheval et de plusieurs autres espèces domestiques, et dont la présence a été plusieurs fois vérifiée depuis, notamment par Claude Bernard. Le fait est aujourd'hui classique en France (voy. A. Sanson. *De l'origine du sucre dans l'économie animale.* Dans *Journal de la physiologie de l'homme et des animaux*, de Brown-Séquard, t. I, 1858). *Trad.*

Dans 100 parties de chair musculaire maigre et fraîche de bête bovine il y a :

Graisse et acide lactique de viande	1.18	24.12
Syntonine, albumine de viande	18.00	
Aponévroses, vaisseaux et nerfs	1.50	
Matières solubles combustibles, éléments extractifs	2.64	
Sels solubles	0.66	
Phosphates insolubles	0.14	
Eau		75.88
		100.00

Les albuminates végétaux qui servent à engendrer la chair dans le corps de l'herbivore sont chimiqnement identiques avec la syntonine et l'albumine de la viande ; les aponévroses et les vaisseaux s'éloignent beaucoup plus des albuminates par leur composition, et plus encore les éléments solubles combustibles du muscle.

Il est d'après cela manifeste que la tranformation des albuminates végétaux en albuminates animaux exige én travail intérieur la plus petite consommation, la production des éléments solubles du muscle la plus grande, et ce travail étant en proportion des éléments consommés, une plus grande masse d'albuminates est nécessaire pour l'entretien ou l'accroissement du poids du corps.

Pour l'organisme vivant, les lois mécaniques qui régissent le travail dans la nature inorganique conservent toute leur valeur ; et aussi dès lors la qualité de la nourriture a la plus grande influence sur l'aptitude des animaux au travail extérieur.

Dans l'appréciation et l'emploi de ces lois la routine a devancé la science, comme d'ordinaire, à vrai dire sans qu'elle puisse les expliquer, ce qui n'est pas d'ailleurs la tâche de la routine empirique.

Les éleveurs d'animaux distinguent les aliments de force (*kraftfutter*) des aliments ordinaires. Aux aliments de force appartiennent les semences des espèces céréales et légumineuses, qui sont les plus riches en albuminates végétaux et en amidon, éléments nutritifs d'origine végétale les plus digestibles ; ils exigent moins de travail intérieur et beaucoup moins de temps pour leur préparation dans l'estomac des animaux et pour leur passage dans la circulation, que ceux contenus dans les herbes et dans le foin, et l'on comprend quelle influence puissante doit exercer l'addition de l'avoine au foin sur l'énergie du cheval, des fèves et des pois sur la production de la viande chez les bêtes bovines et les cochons.

Ce qui est épargné à l'animal en travail intérieur dans une direction lui profite dans une autre direction.

Les mêmes lois sont tout à fait applicables à l'homme, chez lequel se trouvent réunies à la fois les propriétés des animaux carnassiers et celles des herbivores.

Il existe de grandes classes de la société et des populations entières qui vivent exclusivement d'une nourriture végétale et qui possèdent toute l'aptitude des bêtes de travail ; mais l'homme, pris en grandes masses, ne peut pas être privé de viande, alimentation beaucoup plus puissante, s'il doit exécuter des travaux d'un ordre supérieur, et surtout plus fatigants.

Cela peut se dire en particulier pour le travail du cerveau ou le travail intellectuel, que l'animal n'a pas à exécuter, et qui exige une dépense de force aussi grande, peut-être encore plus grande que celle du travail mécanique des membres. Pour s'en acquitter, une nourriture apprêtée artificiellement est d'une utilité particulière à l'homme, et chacun sait que quand ses organes digestifs sont en conflit avec les aliments, le travail intellectuel et corporel en souffre. L'alimentation doit être conditionnée de telle sorte que le travail intérieur et surtout la digestion ne se fassent pas sentir. La simple diminution du sommeil, à la suite d'une nourriture difficilement digestible, produit à cet égard une différence.

On comprend en outre que, pour un carnivore, deux parties en poids d'albuminates, mangées sous forme de pain, ne peuvent pas être équivalentes à deux parties d'albuminates de sa nourriture animale ; dans cette dernière il ne reçoit pas seulement les albuminates sous une forme plus concentrée la plus convenable pour la capacité et l'aptitude de ses organes digestifs, mais encore il trouve dans la viande tous les éléments de son suc musculaire ; pour le carnassier, la viande mangée exige un minimum de travail intérieur, pour en convertir

les éléments et les réintégrer dans son appareil musculaire, où ils peuvent servir pour les autres besoins de son corps.

La transformation d'une partie des albuminates végétaux en substance musculaire soluble exigerait dans son corps un certain travail, qui lui est épargné presque complétement par leur accumulation préalable dans la viande (1).

Dans le rôti et le bouilli de viande les albuminates sont coagulés, les éléments solubles du muscle passant à l'état fluide, ils sont retenus dans la viande rôtie presque complétement comme dans une éponge et dans le bouilli en plus petite proportion ; les physiologistes ont fait l'observation remarquable, que les albuminates coagulés par la chaleur, divisés convenablement par la mastication, sont encore plus solubles, ou comme on dit, encore plus digestibles qu'à l'état cru ; les albuminates crus et cuits sont transformés dans l'estomac en un produit de la même nature (peptone), et l'expérience la plus commune fait reconnaître que la viande rôtie ou la viande bouillie, mangées avec le suc ou le bouillon, possèdent la même valeur nutritive que celle qui appartient à la viande crue mangée par les carnassiers, et que par conséquent les éléments solubles de la viande cuite doivent présenter dans le corps humain les mêmes actions que celles qu'ils ont dans l'organisme du carnassier.

De tous les organes du corps, les digestifs sont les plus volumineux ; ils ont, après le cœur et les muscles respirateurs, à dépenser passagèrement la plus forte somme de travail intérieur. Un appareil musculaire considérable travaille pendant une heure pour mettre en mouvement la masse proportionnellement lourde des aliments et pour opérer le mélange de toutes leurs parties avec les sucs gastriques sécrétés, et il est facilement compréhensible que la force employée par ces muscles doit être enlevée surtout aux muscles du mouvement volontaire ; il en résulte que le repos extérieur est une des conditions d'une digestion plus active (2).

L'influence des aliments difficilement digestibles ou d'un trouble de la digestion sur l'activité de tous les autres organes du corps, sur le travail mécanique des membres, le travail intellectuel, le sommeil, est suffisamment connue. Il est évident que les aliments difficiles à digérer exigent pour leur digestion un temps plus long que celui qui est nécessaire pour les autres et que le temps doit être en proportion du travail ; plus ce temps de la digestion est court, plus grande est l'épargne en force, qui, on le comprend, profite aux autres organes. A ce point de vue, — l'économie de la force, — la préparation des aliments a une haute importance pour l'homme aussi bien que pour les animaux.

« Les soupes et les bouillies, dit Hippocrate, ont été imaginées parce que l'expérience a appris aux hommes que les aliments qui sont convenables pour les bien portants ne peuvent pas servir aux malades. »

J'ai déjà mentionné le résultat remarquable que l'on obtient par la simple division mécanique de certains aliments végétaux, pour leur digestion chez les carnassiers ; elle leur épargne le travail de mastication et élève leur digestibilité ; il est vraisemblable que par la cuisson de la farine en bouillie, par la transformation de l'amidon en dextrine et en sucre et des additions appropriées, sa valeur nutritive pour un tel animal serait encore augmentée.

---

(1) Par là s'explique un fait étonnant observé par Bischoff et Voit chez un chien, au sujet de l'accroissement du poids du corps dans la nourriture en viande, qui ne se présente pas au même degré chez l'herbivore. Un chien, ramené au poids de 34 kilogr. par une alimentation avec du pain, avait acquis, le premier jour, 600 grammes par une nourriture avec 1,800 grammes de viande pure. Un tiers de la viande consommée était resté dans son corps et avait augmenté son poids de 1/60.

Dans l'engraissement des bêtes bovines, il se présente, au contraire, comme règle que, pour un accroissement de poids vif de 1 livre (= 125 grammes à l'état sec), une quantité de quatre à six fois autant d'albuminates doit être donnée dans les aliments ; c'est une preuve assez certaine que les herbivores ont besoin de beaucoup plus de travail et de matériaux pour produire leur chair.

(2) L'influence des différents appareils de travail les uns sur les autres est plus facile à comprendre quand on se représente ce qui se passe dans un atelier industriel, dans lequel doivent être mis en marche, par une seule chaudière à vapeur ou par une force quelconque, plusieurs machines, par exemple, un laminoir et un marteau. Quand le laminoir est en pleine activité, le marteau ne rend qu'un faible service, et quand le marteau travaille, on ne peut obtenir du laminoir que des tôles minces.

Pour l'homme en particulier, le choix et la préparation convenables de ses aliments sont d'une haute importance pour le développement et la manifestation de toutes ses forces.

On peut, dans un certain sens, comparer le pain que reçoit l'homme avec le foin dont un cheval est nourri ; mais avec le foin seul, toutes les aptitudes du cheval ne sont pas portées à leur complet développement.

On n'a qu'à comparer dans leur aptitude au travail l'ouvrier allemand, qui mange seulement du pain et des pommes de terre, à l'ouvrier anglais ou américain, nourri avec de la viande, pour mettre en évidence à quel degré la nature des aliments, par exemple l'usage de la viande, élève la quantité, l'énergie et la persévérance du travail ; ou le politique anglais, qui expose son opinion et combat son adversaire à la Chambre, en un discours de cinq heures et plus, et qui, à soixante ans, conserve toute sa force de jeunesse dans les chasses fatigantes, au savant allemand, qui, au même âge, économise parcimonieusement le reste de sa force pour être encore dispos et qu'épuise une promenade de quelques heures (1).

Pour des efforts intellectuels et corporels très-soutenus, il ne faut pas seulement une bonne digestion, il faut encore un choix convenable des aliments, qui doivent être conditionnés de telle sorte qu'ils emploient, pour arriver à leur complète action dans le corps du travailleur, la plus petite part de sa force disponible, de façon à ce qu'il y en ait un plus grand reste à la libre disposition de l'individu.

La connaissance de la relation qui existe entre la nourriture et l'aptitude au travail est évidemment ce qui importe le plus dans le cas de l'homme. Nous devons, pour l'examen de cette relation, chercher d'autres facteurs, depuis que l'urée ne peut plus être considérée comme la mesure exclusive de la perte ou du gain du corps en repos ou en travail, ainsi que les expériences du docteur Parkes l'ont prouvé.

Les résultats de l'art qui s'occupe de la préparation des aliments sont vraiment admirables sous le rapport de l'économie de la force et de l'accroissement de leur action dans le temps. Par l'influence de la cuisson, comme nous l'avons dit, la digestibilité des principaux éléments de la nourriture est plutôt augmentée que diminuée ; le rôti et le bouilli, l'ébullition faible et prolongée pour la préparation des diverses sortes de viande de mammifères, de poissons et de volailles, le choix des légumes et des sauces qui seront ajoutées aux mets ; tout cela est comme calculé en vue de la division, du complément et du renforcement de leurs parties agissantes et du raccourcissement du temps de leur digestion ou de la facilité de celle-ci. Le sucre et le sucre de lait font déjà une différence chez les enfants et tous les deux donnent un avantage sur l'amidon.

Le cuisinier expérimenté donne à ses produits la valeur la plus élevée en y joignant les éléments solubles du muscle des mammifères, les matériaux de travail du muscle ; des débris de cuisine il se prépare une provision d'extrait, dont le nom est stock, que le cuisinier

(1) Au Hohen-Goldberg, dans le Rauris, les mineurs travaillent à une altitude de 7,500 pieds au-dessus du niveau de la mer, et des hommes vigoureux et bien portants peuvent seuls supporter le séjour de la montagne. Comme règle se présente qu'à l'âge de quarante ans, en nombre rond, et après un service de vingt années, l'homme du Rauris n'est plus apte à supporter ce séjour.

Au Rathhausberg, près de Bœckstein, se trouve l'usine de Hyeronimus, à 6,064 pieds ; celle près de Kristof, à 6,700 pieds ; l'une, 1,436 ; l'autre, 800 pieds plus basse que dans le Rauris, et, à ces hauteurs, le mineur devient inapte au travail après l'âge de cinquante ans et un service de trente ans. Devenu asthmatique, et par là sans force, principalement dans les pieds, le mineur se fatigue et par là son service devient mauvais. L'influence de l'altitude sur l'état corporel d'un travailleur est, dans ces cas non douteux, assez remarquable, et de là ressort que, par la diminution de pression atmosphérique, il s'ajoute au travail journalier des membres un travail constamment exagéré des muscles respiratoires et du cœur, qui use plus tôt le corps.

Sur le travail même, la qualité de la nourriture de ces mineurs a une influence tout à fait décisive ; car, tandis que l'ouvrier du Rathhausberg est suffisamment nourri avec de la farine de froment, du pain, de la graisse de bœuf et du lait, l'ouvrier du Rauris, dans une région plus élevée de 1,500 pieds, au milieu des glaciers, doit, pour être seulement apte au travail, consommer encore avec cela 0.7 livre (392 grammes) de viande et 1/4 livre de fèves, ce qui est une ration encore insuffisante pour lui faire conserver son aptitude au delà de sa quarantième année, dans l'âge de la plus grande force de l'homme (*Lettres sur la chimie*, t. II, p. 484).

anglais prend dans le sens « d'enrichissement » ou de « base, » qui désigne suffisamment la haute importance qu'il y attache comme élément et comme supplément des mets.

Il est tout à fait incompréhensible que la valeur des éléments extractifs de la viande pour la diététique n'ait pas été reconnue depuis longtemps et considérée comme solidement établie, et que des doutes subsistent encore, même chez les médecins, sur leur importance pour l'homme, tandis que la connaissance de l'action de ces éléments sous la forme de bouillon de viande et de soupe pour relever les forces des convalescents, est acquise non depuis un siècle, mais depuis le temps d'Hipppocrate.

Il est clair que ces éléments sous forme de soupe ou de sauce, surtout comme addition à la nourriture végétale, doivent posséder dans le corps de l'homme la même action que celle qui leur est propre dans la viande.

Sous le rapport du choix des mets relativement aux besoins de l'homme, l'instinct, dirigé par le goût, ce gardien de la santé, est un guide non trompeur; il peut bien errer, mais non se tromper longtemps. La loi naturelle est écrite en grosses lettres à la porte des brasseries de Munich, où l'on trouve toujours l'inévitable marchand de fromage. Le consommateur prend ses matériaux de respiration sous forme de bière et les éléments indispensables pour la formation du sang et la production de la force sous forme de fromage, et la bière servant plus facilement à son travail respiratoire que la matière grasse, il n'aime point celle-ci et la considère comme malsaine; il mange, avec la bière, son fromage sans beurre.

Les éléments extractifs de la viande se présentent, ajoutés dans les mets, comme de vrais nutriments et remplacent les produits identiques engendrés par les albuminates. Les observations les plus simples enlèvent bientôt tous les doutes sur leur action à cet égard.

Les expériences de Bischoff et Voit ont établi que la gélatine unie avec la viande acquiert une valeur nutritive considérable (1/4 de celle de l'albumine), de telle sorte qu'un chien de 36 kilogrammes, qui avait perdu en quatre jours une livre de son poids, nourri avec 500 grammes de viande seulement, a gagné au contraire en trois jours 134 grammes de chair, par l'addition de 200 grammes de gélatine à la même quantité de viande.

D'après toutes nos connaissances sur la nature de la gélatine et sur sa composition, cette puissance nutritive ne peut pas s'expliquer en supposant que la gélatine ou une partie de celle-ci devient de l'albumine et que la quantité d'albumine mangée est augmentée ainsi; c'est plutôt qu'elle a remplacé certains produits nécessaires à l'organisme, lesquels résultent également et plus facilement dans le corps de la gélatine que de l'albumine, et qu'elle épargne à l'animal, pour ce motif, du travail et une certaine quantité d'albumine qui peut être utilisée en vue d'autres buts.

Un chien peut-être nourri très-bien à l'aide d'une bouillie de blé en grains, avec addition d'os, et presque aussi bien qu'avec de la viande seule.

Je crois que le défaut de connaissance des lois de la nutrition et de la diététique doit être attribué à deux suppositions erronées; l'une est qu'on a souvent considéré, dans les recherches sur l'alimentation, *un* animal comme le représentant de *tous* les animaux, et qu'on a cru pouvoir tirer des résultats ainsi obtenus avec ce seul animal des conclusions générales, conclure par exemple de la conduite des carnassiers à celle des herbivores, et de l'action qu'exercent les aliments végétaux dans le corps des carnassiers on a conclu sur la valeur nutritive de la viande et inversement.

La dépense inégale de force dans les individus des différentes classes d'animaux ou la production de force pour l'exécution du travail intérieur et extérieur n'est pas prise en considération par beaucoup de physiologistes; pour la plupart même, le corps animal n'est pas autre chose qu'une machine qui transforme de l'albumine en urée.

Une seconde erreur également grande consiste en ceci que ces physiologistes attribuent à l'albumine une action que, d'après sa nature, elle ne présente certainement pas.

L'albumine n'est pas autre chose pour le corps animal, que ce que l'acide carbonique, l'eau et l'ammoniaque sont pour les plantes, et sa valeur est ainsi suffisamment élevée. A côté de l'importance que l'eau a pour les plantes, puisqu'elle leur fournit de l'hydrogène, elle possède encore une autre utilité, qui consiste en ce qu'elle favorise l'admission de l'acide carbonique et l'arrivée des nutriments minéraux; de même l'acide carbonique, qui fournit

le carbone, a cette valeur particulière de rendre solubles dans l'eau certains éléments qui ne le seraient pas sans lui ; et l'albumine possède aussi des propriétés semblables, mais elle n'a pas d'action particulière, et c'est mal comprendre la nature de l'albumine de croire qu'on peut expliquer les phénomènes physiologiques par son introduction. L'albumine agit seulement par les corps auxquels elle donne naissance, et il m'est impossible de me reconnaître dans la conception moderne de l'albumine-organe et de l'albumine en circulation, qui sont une seule et même chose ; elle m'embrouille finalement à un tel point, que je ne sais plus distinguer la droite de la gauche, pour me servir d'une locution triviale.

Tous les éléments figurés combustibles du corps animal sont des atomes d'albumine transformés, tout à fait comme les éléments de la plante sont des atomes de carbone transformés, et il est absolument certain que la plupart des produits engendrés par l'albumine dans le corps animal, consommés comme aliments, peuvent se remplacer dans la nutrition et dans la production de la force et dans des transformations particulières, chacun à sa manière spéciale, comme cela existe pour le sucre et toutes les matières grasses et leurs dérivés, l'alcool, etc., dans le mode de production de la chaleur. Les notions très-bornées sur les aliments qui ont pour base l'observation de ce qui se passe dans le corps des herbivores et des carnassiers, doivent être étendues pour pouvoir s'appliquer à l'homme.

On ne peut comprendre par « digestion, » dans le sens chimique, rien autre chose que le mode de transformation des colloïdes de la nourriture (auxquels appartiennent l'albumine, la caséine, la gélatine, l'amidon et les gommes, etc.) dans un état diffusible, et ainsi on conçoit que les éléments du suc musculaire consommés dans la nourriture n'ont besoin, quant à leur masse principale, d'aucune digestion, et que, mangés avec la viande ou isolément, ils passent dans la circulation de prime-abord et y manifestent leur action longtemps avant que l'albumine soit devenue soluble dans l'estomac ; ils appartiennent aux éléments normaux de la viande et doivent être considérés comme de vrais aliments d'une haute puissance, non, comme je le répète à dessein, dans la mesure de l'importance qui appartient à l'albumine en qualité d'élément nutritif, mais dans une mesure beaucoup plus élevée ; il est impossible de remplacer avec ces éléments l'albumine dans ses fonctions, mais ils ont leur activité sans être accompagnés d'albumine ; ils épargnent du travail et dans un certain sens ils augmentent la force.

De la même façon la gélatine doit être considérée comme un aliment qui peut économiser de l'albumine.

En nous plaçant à ce point de vue, nous pouvons nous attendre à une explication tout autre de l'action de beaucoup d'aliments, et même à ce que celle de maints médicaments sera élucidée par l'extension donnée à l'idée de l'alimentation.

Je tiens pour tout à fait hors de doute que par l'addition des éléments extractifs de la viande les matières végétales peuvent acquérir une valeur nutritive égale à celle qui appartient à la viande, naturellement en supposant qu'il se trouvera dans la nourriture végétale des quantités suffisantes d'albuminates digestibles. Il est sûr que l'extrait de viande est le seul moyen de compenser pour l'homme l'absence de viande dans la nourriture (1). Sur ces

---

(1) Des expériences que le docteur E. Bischoff a entreprises à mon instigation, pour élever par l'addition d'extrait de viande au pain les propriétés nutritives et la digestibilité de celui-ci chez un chien, n'ont eu aucun résultat, comme cela pouvait être prévu par l'interprétation exacte des faits déjà connus ; elles ont échoué devant la nature du carnivore. L'animal n'a pas pu manger la quantité d'aliments végétaux nécessaire pour les besoins de l'entretien de son poids corporel, et l'amidon consommé n'a pas été assez complétement digéré.

Dans les expériences de Bischoff et Voit (p. 210), il s'est montré qu'un chien pesant 34 kilogr., nourri durant quarante jours avec du pain, autant qu'il en pouvait manger, n'en avait consommé pas plus de 771 grammes, et que seulement 7/8 de ce pain, c'est-à-dire 676 grammes, avaient pu être digérés ; le reste passait dans les excréments, où de l'amidon non digéré était très-visible.

Dans les 676 grammes de pain assimilés, il y avait 55 1/3 grammes d'albuminates et 299 grammes d'amidon. Si par le calcul on transforme l'amidon en son équivalent de graisse (24 amidon = 10 de graisse), et si l'on admet que l'addition d'extrait de viande *a transformé les albuminates du pain exactement en viande*, il a été ainsi donné au chien : sous forme de viande, 257 grammes ; sous forme de graisse, 125 grammes.

Cette ration n'est pas suffisante pour qu'un chien de 34 kilogr. conserve son poids ; l'animal reste dans

sortes de choses on ne peut pas discuter, leur valeur nutritive doit être expérimentée chez l'homme, et non chez le chien.

Il est juste que l'on étudie chaque élément isolé pour comprendre le tout, mais pour interpréter exactement ce qui concerne le fait isolé, il faut avoir une notion claire du tout dans ses phénomènes variés et ses limites.

Je sais estimer assez l'importance de l'expérience et des faits et combien ils sont inégaux en valeur pour conclure. La simple observation d'un phénomène naturel, qui se produit sans notre intervention, est beaucoup plus essentielle, souvent beaucoup plus difficile que celle des effets obtenus par notre volonté dans l'expérimentation ; dans la première se reflète toujours la réalité, dans l'expérimentation, l'imperfection de nos conceptions.

Je me souviens d'être arrivé il y a un an, dans une promenade sur la route de Berchtesgaden au Kœnigssee, à la conclusion sur l'origine du carbone dans les plantes, par une observation très-simple. Dans les opinions sur la source du carbone régnait alors une grande confusion et il était difficile de sortir de l'humus. Sur la route en question, la démonstration que le carbone de la plante peut seulement être tiré de l'acide carbonique est donné par la nature elle-même. On voit là des blocs de rocher détachés des montagnes environnantes, couverts d'arbres de 30 à 40 pieds de haut, dont les racines, insérées dans les fentes de la pierre, ne sont recouvertes que de mousse et d'une couche de terre de quelques millimètres à peine, qui s'y est rassemblée par la poussière. Dans cette végétation il ne peut être question d'un apport de carbone par l'humus.

Des faits analogues, dans lesquels la loi de nutrition se met en évidence, ne manquent pas ; il faut avoir seulement la bonne volonté de les voir.

Il me paraît être, d'après cela, inconcevable, que la grande valeur accordée par les familles françaises à leur pot-au-feu repose sur une pure illusion ; qu'un des médecins militaires les plus distingués de l'armée française, le docteur Baudens (voy. *Une mission médicale en Crimée*, *Revue des Deux-Mondes*, tome VII, 1857), se soit hasardé à dire : « La soupe fait le soldat, » s'il n'avait pas eu la complète conviction de la haute efficacité du bouillon avec addition des légumes nécessaires, que le soldat français préfère souvent à la viande.

---

l'état d'inanition ; l'entretien de son poids n'aurait pu être obtenu qu'à la condition d'ajouter à l'amidon assimilé quatre fois autant d'albuminates végétaux, par exemple, sous la forme de gelée, ou, s'il avait été possible au chien de digérer, en sus de la quantité d'albuminates de pain qu'il a reçue, une quantité double d'amidon ; mais il n'a pas même pu venir à bout de la quantité simple.

En admettant que le chien nourri avec du pain perd dans les excréments et dans les sécrétions intestinales autant d'azote que quand il est alimenté avec de la viande, et en portant cet azote en compte, il se montre ainsi que le chien a digéré les albuminates du pain jusqu'à 6 1/2 pour 100.

En comparant la ration purement végétale qui entretient un homme complétement apte au travail avec celle que peut digérer un chien, la différence de leur aptitude digestive saute aussitôt aux yeux. Un bûcheron (Reichenhall) reçoit de son maître, quand il va dans la montagne, le lundi, après déjeuner, 3.4 livres de fromage maigre, 7.8 livres de farine et 4.5 livres de pain ; il revient, le samedi soir, à la maison pour souper. La nourriture qu'il a reçue doit par conséquent suffire pour cinq jours entiers ; elle correspond, — l'amidon calculé en matières grasses et le pain en viande, à 100 de farine = 140 livres de pain, contenant 8 pour 100 d'albuminates ; par jour : 540 grammes de viande et 626 grammes de graisse.

Si l'on admet que le poids du bûcheron est, en nombre rond, le double de celui du chien, = 68 kilogr., il a reçu d'après cela dans sa nourriture de farine et de graisse, à peu de chose près, la même quantité de viande que le chien, mais 2 1/2 fois autant de matériaux respiratoires ; et c'est là ce qui a manqué au chien et ce qu'il a dû tirer de son corps. En outre, le bûcheron s'achète des fruits secs, non certainement comme une friandise, car il augmente par là dans ses repas le quantum des alcalis utiles ; les bûcherons travaillent longtemps, mais non pas vite, ils sont avec cela vigoureux et bien musclés.

Les expériences sur les chiens sont, ainsi qu'on s'en aperçoit facilement, sans aucune valeur pratique pour faire apprécier la valeur nutritive des aliments végétaux, et elles ne peuvent pas servir davantage pour déterminer l'importance de l'extrait de viande comme moyen d'amélioration de la nourriture végétale chez les carnivores, car nous n'avons chez eux aucune mesure de leur faculté de travail. L'addition de cet extrait produirait une tout autre influence sur l'énergie du travail du bûcheron.

Le résultat obtenu par les bûcherons des montagnes de la Bavière, qui m'est revenu des sources les plus authentiques, réfute l'opinion très-répandue que ces paysans sont aptes à un travail fatigant avec un régime consistant surtout en sucre et en lard. Des opinions de ce genre ne sont pas dignes de l'attention de la science.

Peut-on sérieusement croire que la louange enthousiaste que deux des membres les plus renommés de l'Institut de France ont accordée à l'extrait de viande comme moyen réconfortant pour les soldats blessés à la guerre, trente-six ans avant que cet extrait fût un article de commerce, repose sur une chimère, et que l'appréciation de ces deux savants, dont l'un, Parmentier, inspecteur général de la médecine française, avait pris part, depuis la fin de la guerre de Sept-Ans, à toutes les guerres de la Révolution, l'autre, Proust, à toute la guerre d'Espagne, ne soit pas appuyée sur une expérience étendue ?

L'expérience journalière fait reconnaître que des pois bouillis dans l'eau avec de la graisse et du sel ne sont pas égaux en valeur nutritive à une soupe au pois préparée avec un fort bouillon de viande ; l'action des deux sur l'homme qui les mange, sous les rapports de la sensation et de l'aptitude au travail est très-différente et de beaucoup en faveur de la soupe préparée avec le bouillon de viande. Et cependant ce sont seulement les matières extractives, non les éléments albumineux de la viande, qui motivent cette différence.

Depuis mes recherches sur la viande, en 1847, je me suis occupé sans cesse, et durant seize ans sans aucun résultat et sans songer aucunement à en tirer un avantage personnel, de rendre utile le superflu de viande de l'Amérique méridionale et des colonies, sous forme d'extrait, pour les populations européennes, et c'est vraiment un phénomène étrange au plus haut point que maintenant, où mes désirs se sont réalisés, et non pendant les vingt années précédentes, l'action du bouillon de viande soit mise en question et contestée même par nombre de médecins, comme si c'était une invention nouvelle. Mais il se trouve toujours des hommes qui ne peuvent pardonner à un autre de rendre un service à l'humanité, et qui considèrent comme tout à fait dans l'ordre que celui qui le rend doive être châtié, et que ceux qui le reçoivent en soient dégoûtés.

C'est là, il est vrai, un vieux procédé. « Je devais, dit Goethe (v. Eckermann, *Entretiens avec Goethe*, t. I, p. 76), éprouver par moi-même la vérité de l'adage, que quand on a fait au monde un peu de bien, il se charge de vous empêcher de recommencer. »

Pour les tablettes de bouillon, qui sont dans le commerce depuis un demi-siècle et devraient être de l'extrait de viande, mais consistent seulement en gélatine, jamais un médecin ne s'en est inquiété.

Le progrès dans la science de la nutrition, en pathologie et en thérapeutique, me paraît dépendre avant tout de la connaissance et de l'usage des lois fondamentales de la mécanique qui régissent le mouvement et le travail dans toute la nature et par conséquent aussi dans l'organisme animal.

Le plus grand obstacle pour juger et comprendre la machine animale en activité est la confusion constante de la sensation physiologique de la force avec la force réelle ou force vive.

Un des chercheurs les plus distingués dans le domaine de la médecine pense « que la nourriture consommée fortifie et réconforte déjà bien avant que la digestion en soit commencée, et qu'une très-faible introduction d'éléments dans le sang donne déjà une excitation suffisante pour amoindrir et dissiper l'état de fatigue ; par là s'explique qu'un coup d'eau fraîche, une gorgée de vin, de bière ou d'eau-de-vie, paraît aussi réconfortant qu'un morceau de rôti de bœuf, et même davantage. »

Il est exact que l'odeur de rôti fait oublier la fatigue ; mais quant à nous faire croire que la soif et la faim sont des états de même nature, cela serait vraiment aller trop loin. Un coup d'eau fraîche dans le cas de *soif* est très-certainement un réconfortant plus efficace que du bœuf rôti, et ce bœuf rôti un réconfortant plus efficace dans la *faim* qu'un verre d'eau. De l'eau-de-vie et du vin excitent, mais ne fortifient pas ; une cravache aurait la même action. Il arrive qu'un ouvrier doit travailler de nouveau immédiatement après le repas, mais il ne le fait pas volontiers ; la règle est qu'il doit se reposer une heure après son temps de repas, et qu'après plusieurs heures seulement il est apte de nouveau à un travail intense.

La sensation et le travail sont des choses essentiellement différentes, et il s'écoulera encore longtemps avant que l'esprit des physiologistes arrive à les séparer toujours nettement.

La plante est un magasin de force solaire qui s'est rassemblée dans ses parties pendant leur développement ; cette force absorbée dans les matières nutritives de l'animal apparaît de nouveau dans le corps de celui-ci, et ce sont ses actions diverses qui comprennent et

expliquent tous les phénomènes de la vie animale ; la découverte de ses lois doit, avant toute autre chose, être l'objet de la recherche.

Dans une machine composée il arrive journellement que, par la marche de la machine même, des troubles sont occasionnés dans le travail ; la transmission s'allonge ou une vis se détache, ou il se produit dans certaines parties des pertes de force par frottement, et nous voyons alors dans les grands ateliers industriels de l'Angleterre un homme sans cesse occupé à rechercher ces causes de trouble et à les réparer par les moyens qui sont à sa disposition. D'autres ont pour fonction de maintenir les parties de la machine dans leur assemblage régulier, de faire disparaître les irrégularités qui se présentent, et tout cela en vue d'assurer l'utilisation complète de la force engendrée.

C'est là une image très-faible et qui représente à peine la tâche que se partagent le médecin et le chirurgien dans le traitement de la machine humaine infiniment plus compliquée ; mais leur but final est toujours de la tenir en marche régulière et en bon état, de telle sorte qu'il reste de la force qu'elle engendre un maximum pour le travail intellectuel et pour le travail extérieur matériel.

J'ai déjà signalé le fait très-remarquable qu'avec l'alimentation d'un chien par un mélange de graisse et de viande, et avec plus de viande qu'il n'en faut pour l'économie intérieure du chien, le superflu, qui n'est pas assimilé, est éliminé, et que la graisse ajoutée n'en empêche pas la destruction.

Ce fait démontre l'existence d'une cause qui met une limite tout à fait déterminée à l'accumulation des éléments du sang non utilisables pour l'accroissement de la chair, et les recherches des physiologistes devront porter sur la question de savoir si cette cause agit directement sur les albuminates colloïdes du sang, ou si son action se borne aux parties constituantes de la chair passées dans la circulation avant qu'elles aient pris l'état colloïdal. L'opinion que la cause dont il s'agit a une action directe sur les albuminates du sang se laisse à peine concilier avec ce qui s'observe sur les animaux dans l'état d'inanition.

Après tout ce que nous savons sur les échanges qui se font dans le muscle, l'urée n'est point un produit des éléments musculaires dans le muscle même, et cela donne un haut intérêt à la question de son origine et de savoir dans quelle partie du corps elle est formée.

Stockvis et Heinsius ont trouvé de l'urée dans le foie des mammifères et exprimé la pensée qu'elle résulte de l'acide urique dans le foie même ; le fait de la présence de l'urée dans le foie a été démontré par un travail approfondi de Meissner.

Pour l'appréciation des fonctions du foie, le plus puissant appareil de séparation du corps des classes d'animaux supérieurs, la remarquable observation de Schmulewitsch sur la formation de la bile, doit être prise en considération. L'acide urique et les acides de la bile sont des composés azotés et doivent être considérés comme des dérivés de l'albumine, de même que l'acide hippurique, la créatine, la glycocolle, etc. ; dans le foie il se forme en outre du sucre.

Au point de vue chimique, qui seul peut être ici en question, il se présente dans la comparaison de la composition de l'albumine du sang, des acides de la bile et des autres produits azotés, quelques relations tout à fait intéressantes entre ces éléments et l'albumine du sang ; comme proportions purement calculées, elles n'ont point de valeur réelle, mais elles peuvent avoir quelque utilité toutefois pour la position de la question.

Si à la formule que j'ai adoptée dans mes *Lettres sur la chimie* (t. II, p. 156), pour l'albumine du sang, on ajoute 20 équivalents d'oxygène, on a exactement les éléments de 12 atomes d'acide urique, de 2 atomes d'acide cholique, 1 atome d'acide choléique et 14 atomes d'eau.

$$\text{Albumine du sang} + 20\ \text{d'oxygène} = S^{2}N^{27}C^{216}H^{169}O^{88}$$
$$= \underbrace{N^{24}C^{60}H^{24}O^{36}}_{\text{12 acide urique.}} + \underbrace{NC^{52}H^{45}O^{14}S^{2}}_{\text{Acide choléique.}} + \underbrace{N^{2}C^{104}H^{86}O^{24}}_{\text{2 acide cholique.}} + 14HO$$

De la même manière l'acide cholique contient les éléments de l'acide hippurique, de l'acide margarique et d'un hydrate de carbone ; par l'adjonction de 2 équivalents d'oxygène à

2 d'acide choléique on a les éléments de la cystine, de la cholestérine, de la margarine et de l'acide carbonique.

De l'acide cholique peuvent dériver par addition de 4 équivalents d'eau, la leucine, l'acide oléique et de l'acide carbonique.

2 atomes d'acide urique + 12 équivalents d'eau contiennent les éléments de 2 atomes de glycocolle, 3 d'urée et 6 équivalents d'acide carbonique.

4 équivalents d'acide urique + 22 équivalents d'eau ont pu se décomposer en 2 de créatine, 5 d'urée et 14 d'acide carbonique.

Il n'y aurait aucune utilité à multiplier ces calculs, mais je les tiens, ainsi que je l'ai dit, pour non tout à fait dépourvus de valeur, parce que la connaissance des relations *possibles* éveille l'attention sur les *réelles* et peut contribuer à faire comprendre plus facilement les phénomènes normaux et pathologiques ; la présence de la cystine dans l'urine rappelle involontairement dans la formule ci-dessus la formation de la cholestérine et inversement celle de la leucine l'acide oléique, etc.

Dans ces derniers temps plusieurs physiologistes se sont occupés de la question de l'origine de la graisse dans le corps animal.

La graisse est un corps non azoté, et je croyais que sa formation devait être en relation avec les éléments non azotés de la nourriture, sans contester la possibilité qu'elle fût engendrée par les albuminates.

D'après les recherches de Voit, il paraît au contraire devoir être regardé comme assez certain que la graisse est un produit de séparation des albuminates ; Voit tient même pour vraisemblable que le sucre de lait est le résultat d'une oxydation de la graisse dans le lait, de telle sorte que les deux, la graisse et le sucre de lait, dériveraient des albuminates de la nourriture.

Les expériences de Voit sur l'origine de la graisse et du sucre de lait, dans le lait de vache, conduisent toutefois, selon moi, à des conclusions entièrement opposées pour cet animal, et il ne sera pas sans intérêt de soumettre les bases de ses recherches et de ses raisonnements à une discussion plus approfondie.

La preuve la plus importante que Voit fait valoir en faveur de la vraisemblance de la formation de la graisse par les albuminates, repose sur quelques expériences instituées en commun avec Pettenkofer, par lesquelles il croit établi que dans le corps d'un chien nourri de viande, de la graisse est formée ou peut être formée par la viande. Dans le bilan de la recette en carbone, contenu dans la viande donnée comme aliment, et de la dépense de carbone, en acide carbonique, dans l'urine et dans les excréments, il se présente un déficit de dépense de 3.8 grammes de carbone, et la réflexion sur ce que peut être devenu ce carbone le porte à croire qu'il s'est transformé en graisse et qu'il est resté sous cette forme dans le corps du chien.

Bien que la différence observée de 3.8 grammes soit très-petite, Voit ne croit pas admissible qu'elle puisse venir d'une erreur de l'expérience.

Quand on examine de plus près les données du calcul, il saute aussitôt aux yeux que la dépense journalière en urée oscille entre 100.41 et 115.2 grammes, et de même la quantité d'excréments de 18.1 à 53.6 grammes.

La quantité de carbone de l'urine est calculée par une moyenne de 10 expériences, celle des excréments par une moyenne de 7 ; par contre on ne compte que *trois* expériences de respiration pour la détermination du carbone dans l'acide carbonique éliminé.

Je crois qu'il y a là une petite erreur de raisonnement, car on pourrait seulement dresser un bilan exact, à la condition que la perte en carbone dans l'urine et les excréments fût examinée pour les mêmes jours où avait été estimée la quantité de carbone de l'acide carbonique expiré ; mais ces jours-là le chien n'expulsa point d'excréments, et ainsi les nombres obtenus peuvent être seulement des estimations qui, avec une si petite différence de 3.8 grammes de carbone, sont admirables de précision, mais ne seront considérées par personne qui connaît ces sortes d'expériences comme suffisamment absolues pour oser fonder sur ces nombres une théorie de la formation de la graisse.

Lors même qu'on ne voudrait pas contester l'exactitude du déficit, la conclusion de Voit, que

les 3.8 grammes de carbone manquant dans la dépense se soient transformés en graisse, perd néanmoins toute valeur, parce qu'il a oublié que la viande consommée contient une certaine quantité de graisse. Dans ses recherches précédentes, instituées avec Bischoff, il dit : « La viande était de la bonne viande fraîche de vache, toujours *très-soigneusement* préparée pure de graisse, d'os, etc. Diverses analyses ont montré que cette même viande contenait en moyenne au plus encore 1 pour 100 de graisse. » (*Les lois de la nutrition des carnassiers*, p. 56.)

Dans un morceau de viande de vache très-maigre, qui avait été choisi à cet effet par le professeur Bischoff, j'ai déterminé la quantité de graisse (par dissolution de la viande dans l'acide chlorhydrique) et j'en ai obtenu 1/3 pour 100.

Si l'on songe maintenant que dans les expériences de Voit et Pettenkofer, le chien a été nourri chaque jour avec 1500 grammes de viande, en admettant qu'elle contenait 1/3 pour 100 de graisse, cela représente un contenu journalier de 5 grammes, et, si la différence observée de 3.8 grammes de carbone correspondant exactement à 5 grammes de graisse existait en fait, il serait encore infiniment plus vraisemblable d'admettre que ces 5 grammes de graisse consommés dans la viande sont restés simplement dans le corps du chien que de supposer que les 5 grammes de graisse mangés dans la nourriture aient servi à la respiration, et que 5 autres grammes de graisse aient été engendrés par les albuminates de la viande. Une telle conception n'est pas conciliable avec les lois économiques du corps animal.

Voit, en outre, n'a pas fait attention que dans des expériences antérieures avec Bischoff (ouvr. cit. p. 79), un chien nourri avec 300 grammes de plus de viande, c'est-à-dire avec 1800 grammes, a perdu en 7 jours 230 grammes de son poids vif.

Cela ne témoigne pas plus que les nouvelles expériences de Voit, en faveur d'une formation de graisse aux dépens de la viande, dans le corps d'un carnivore. On peut, il est vrai, dire que la perte de poids d'un animal nourri de viande ne contredit pas précisément cette formation, car la graisse doit remplacer une certaine quantité d'eau, et la diminution de poids peut provenir de là ; mais une telle objection ne pourrait cependant avoir de l'importance que si la formation de la graisse aux dépens de la viande était mise hors de doute, ce qui n'est pas.

Dans l'expérience de Voit on reconnaît le même défaut que celui qu'on est en droit de reprocher à Pasteur, lorsqu'il conclut un fait positif de la perte résultant de son estimation de l'ammoniaque dans les mélanges en fermentation, et dont la source lui est inconnue, ce qui n'est pas admissible dans les sciences physiques.

Comme argument dans la question de la formation de la graisse, on voit que les recherches de Voit sur le chien, ainsi qu'il s'ensuit des considérations précédentes, ne peuvent plus conserver de valeur.

En ce qui concerne celles faites sur la vache laitière, ses raisonnements reposent, comme dans l'expérience de Thomson, sur la supposition erronée qu'une nourriture riche en albuminates a une influence sur la formation du beurre et l'augmente, tandis que l'on sait seulement par expérience que « le fourrage de force » augmente la quantité du lait.

Les recherches instituées par Kühn dans cette direction montrent que la composition du lait de vache chez différents animaux et avec des mélanges alimentaires différents est très-constante ; la proportion d'eau change, mais dans une longue période d'expérience les proportions relatives de ses éléments constituants varient à peine ; c'est dans la matière butyreuse que se montrent, après le sucre, les plus grandes différences. La moyenne de tous les animaux a atteint 0.09 pour 100 en faveur d'une nourriture de 17 à 18 pour 100 plus élevée (*Landwirth. Versuchs-station* édit. docteur Nobbe, Bd. XII, p. 154, 1869). C'est là une différence extraordinairement petite.

Il est clair qu'il serait possible de parler d'une influence des albuminates sur la production de beurre, seulement alors que par l'addition des albuminates à la nourriture la contenance en beurre du lait serait élevée d'une facon remarquable et durable, tandis que l'observation ne montre rien autre chose que l'augmentation du lait par l'addition de farine au foin.

La conclusion à laquelle Voit est conduit est la suivante ; il dit : « En ce qui concerne notre question principale, il se trouve qu'en tout la vache avait pris 1658 grammes de matière grasse de la nourriture pour l'introduire dans la circulation (quatre cinquièmes de

la matière grasse contenue dans le lait) ; les 562.35 grammes d'azote contenus dans l'urine correspondent à 3602 grammes d'albumine, qui, d'après nos raisonnements, fournissent 1851 grammes de matière grasse. (100 d'albumine + 12.3 d'eau = 33.5 d'urée, 27.4 d'acide carbonique et 51.39 de matière grasse. Henneberg et Voit.)

« Nous avons ainsi dans la totalité de la nourriture et de l'albumine 3509 grammes de matière grasse à notre disposition. Mais le lait contient seulement 2024 grammes de matière grasse; il en reste d'après cela 1485 grammes qui sont à peu près suffisants pour la formation du sucre de lait, si bien qu'on n'a certainement pas besoin, au moins dans le cas indiqué plus haut, d'invoquer l'aide des hydrates de carbone pour expliquer la formation du cinquième manquant de matière grasse, et probablement non plus pour celle du sucre de lait. »

Ce calcul est aussi clair que possible, *toute* l'albumine des aliments passe dans la circulation pour donner dans le corps de la vache laitière de la caséine, de l'urée, de l'acide carbonique et de la matière grasse ; ce qui manque dans le lait en graisse des aliments, l'albumine le fournit, et le reste de matière grasse s'emploie en sucre de lait.

L'exactitude de ce calcul soulève toutefois des scrupules très-sérieux.

C'est d'abord un fait très-solidement établi qu'un animal à l'état de repos a besoin d'une certaine quantité d'albuminates et d'éléments non azotés pour l'entretien de son travail intérieur; l'azote des albuminates s'échappe dans l'urine et les excréments, dans la première comme urée et acide hippurique, etc.

Une vache qui produit du lait a besoin d'une quantité d'aliments plus grande, et qui contienne une proportion d'albuminates semblable à celle qui convient à un bœuf de travail (pour 100 livres de poids vif 0.23 livre d'albuminates et de 1.25 à 1.4 livres d'éléments non azotés, Settegast); chez les deux animaux, la quantité d'azote absorbée est égale, chez la vache une partie de cet azote passe dans le lait comme caséine, le reste est dans l'urine et les excréments. Si l'on soustrait de l'azote de l'urine du bœuf celui que contient le lait de la vache laitière, ce qui reste d'azote dans l'urine des deux animaux est égal. Le poids des deux animaux reste invariable, et il est clair que l'albuminate qui devient du caséum chez la vache laitière, sera employé en travail dans le corps du bœuf. La quantité d'azote excrétée est égale en somme, mais celle de l'urine du bœuf est plus grande.

Si donc, comme Voit le pense, *toute* l'albumine qui correspond à l'azote de l'urine s'était transformée en urée et en lait dans le corps de la vache, avec l'adjonction de la matière grasse extraite de la nourriture, à peu près comme dans un moulin le blé se transforme en son et en farine, il ne resterait point d'albumine pour l'économie animale. Cela conduit nécessairement à l'idée que la vache vit exclusivement aux dépens des éléments non azotés de la nourriture et qu'elle suffit avec cela à son travail intérieur.

Admet-on, au contraire, que l'albumine correspondant à l'azote de l'urine a servi au travail intérieur et à la réparation de la substance corporelle éliminée par les échanges d'éléments, il devra s'en suivre que les produits de ces échanges ont été employés pour engendrer du lait et que 85 pour 100 de ces produits consistaient en urée et en matière grasse.

Si on demande maintenant quelles sont les raisons qui nous forcent, en laissant de côté tout ce que nous savons des produits des échanges d'éléments dans le corps animal, à tenir pour vraies des conclusions de ce genre, Voit nous donne (p. 116 de son mémoire) la réponse suivante :

« N'ayant pas à ma disposition une explication meilleure, je fais dériver de 100 d'albumine 33.5 d'urée et 51.4 de matière grasse. »

Voilà donc le fondement de la théorie de Voit sur la formation du lait; une séparation purement imaginaire de l'albumine en matière grasse et en urée, dans les proportions qui lui paraissent convenables pour son calcul, afin de servir, à la place des faits qui font défaut, de base à une explication hasardée. Avec cela se trouve en concordance son procédé qui consiste à ajuster à son opinion sur la formation du lait les faits donnés ; dans ses mains ils sont comme de la cire à laquelle on donne la forme voulue en la pétrissant.

Dans les sciences physiques on ne convainct personne avec de tels procédés ; c'est un signe certain de l'absence de faits qui parleraient pour eux-mêmes.

Avec toutes ces analyses et ces travaux nombreux et infiniment pénibles, on n'est arrivé à

aucun progrès à l'égard de l'origine de la matière grasse et du sucre dans le lait de vache, et à dire vrai, c'est selon moi parce que la question n'a pas été bien posée. Supposons seulement que Voit eût choisi pour son expérience une autre vache qui, au lieu de donner beaucoup de lait en eût donné peu, son calcul eût été vraisemblablement encore beaucoup plus favorable à sa théorie ; il pouvait se faire que la quantité d'urine excrétée chez cette vache fût aussi forte qu'elle l'a été chez celle sur laquelle il a expérimenté, et alors il aurait eu, pour calculer l'urée en albumine, assez d'albumine à sa disposition pour suffire à *tous* les éléments constituants de la petite quantité de lait produite, à la caséine, à la matière grasse et au sucre de lait, de telle sorte qu'il n'eût pas été nécessaire de faire concourir la matière grasse des aliments à la formation du lait. On comprend que la solution de la question comme Voit la pose devait constamment tourner à l'avantage de son opinion préconçue ; moins favorables étaient les conditions, plus le calcul devait se montrer exact.

Dans l'étude des questions physiologiques on ne remarque que trop souvent l'absence de cette méthode exacte, qui ne permet pas de faire servir des faits à des conclusions avant que la légitimité du raisonnement soit solidement établie ; ainsi par exemple Voit calcule l'azote de l'urine de sa vache d'expérience directement en albumine, comme s'il ne savait pas qu'une portion considérable de cet azote n'appartient point à l'urée, mais bien à l'acide hippurique, qui, pour une quantité égale d'azote contient dix-huit fois plus de carbone, qui alors figure comme matière grasse dans le calcul ; il s'appuie en cela sur Meissner qui croit pouvoir déduire de ses expériences que les produits de séparation non azotés de l'acide hippurique doivent être dérivés des éléments non azotés de la nourriture ; mais les faits constatés par Meissner ont une tout autre signification ; d'ailleurs nous savons que l'acide benzoïque et l'huile d'amandes amères sont des produits constants d'oxydation des albuminates.

La production de l'acide benzoïque par les éléments non azotés du foin me paraît beaucoup plus difficile à expliquer que celle de l'acide margarique par les hydrates de carbone ; cependant ce sont là des choses qui n'ont rien de commun avec la question qui nous occupe.

Les faits qui sont du domaine de la chimie des ferments prouvent que du sucre on peut dériver des alcools qui, comme l'alcool éthylique et l'alcool amylique, ont beaucoup de propriétés communes avec les matières grasses, et l'opinion que dans les procédés organiques des alcools d'un ordre élevé peuvent prendre naissance d'une matière non azotée et de là les acides correspondants, ne saurait être considérée simplement comme absurde ; il est bien connu que l'acide butyrique dérive de l'acide lactique.

Il a été avancé récemment qu'on pouvait voir sous le microscope la transformation du plasma des cellules de la glande mammaire en matière grasse, puisque, après leur décomposition, on trouve de la matière grasse sous la forme de corpuscules du lait. Mais indépendamment de ce qu'on ne peut jamais voir une telle *transformation* des éléments de la cellule, mais seulement apercevoir les uns à la place des autres, les expériences de Voit ne me paraissent pas, précisément sous ce rapport, être favorables à une transformation d'un élément azoté des cellules de la mamelle en matière grasse : car il est obligé d'admettre que les 4/5 de la matière grasse du lait de vache ont dû être fournis, au moins, par la nourriture.

Le beurre contient, comme on sait, quelques combinaisons de la glycérine avec des acides volatils, acide butyrique, caprylique, capronique, qui peuvent être très-bien dérivées du sucre ou de l'acide lactique.

La question de la formation des matières grasses ne me paraît pas soluble par des expériences sur des herbivores ; ce que nous savons avec certitude, c'est que chez ces animaux les albuminates et les hydrates de carbone doivent agir ensemble pour engendrer de la graisse ; mais, si le produit de séparation non azoté qui devient de la graisse provient de l'albumine ou des hydrates de carbone, c'est ce qu'il ne sera pas facile de décider.

Dans les recherches de ce genre on doit, à ce que je crois, tenir compte de la nature des animaux et ne pas supposer *à priori* que les modes d'agir sont égaux chez les herbivores et chez les carnassiers.

Un grand nombre d'observations paraissent démontrer que dans les phénomènes pathologiques, de la graisse est engendrée par des éléments azotés, et ainsi je tiens pour vraisemblable que dans le corps des carnassiers mammifères l'albumine contribue à la formation de

la graisse et du sucre de lait, dans certaines circonstances peut être aussi dans le corps d'un herbivore. Du moins il n'y a pas d'impossibilité chimique contre une telle opinion (1).

J'ai déjà rappelé que l'acide cholique, produit de séparation de l'albumine, contient exactement les éléments de l'acide hippurique, de l'acide margarique et d'un hydrate de carbone:

$$\underbrace{NC^{52}H^{43}O^{12}}_{\text{Acide cholique.}} = \underbrace{NC^{18}H^{9}O^{6}}_{\text{Acide hippurique.}} + \underbrace{C^{32}H^{32}O^{4}}_{\text{Acide margarique.}} + \underbrace{C^{2}H^{2}O^{2}}_{\text{Hydrate de carbone.}}$$

et de même un autre produit de séparation de l'albumine, la glycocolle, contient les éléments de l'urée et du sucre :

$$\underbrace{N^{2}C^{8}H^{10}O^{8}}_{\text{2 Glycocolle.}} = \underbrace{C^{2}N^{2}H^{4}O^{2}}_{\text{Urée.}} + \underbrace{C^{6}H^{6}O^{6}}_{\text{Sucre.}}$$

D'après cela, au point de vue chimique, la formation du sucre de lait et d'une partie de la matière grasse du lait des mammifères carnassiers peut dériver de l'albumine.

La glycocolle est indiquée par la transformation de l'acide hippurique en acide benzoïque dans le corps de l'animal, et sa présence permet de croire qu'elle a un certain but à atteindre dans l'organisme.

Le fait que chez l'homme nourri principalement avec de la viande on voit diminuer la graisse du corps n'est point une preuve contre l'opinion que la matière grasse peut se former avec des albuminates.

On a admis pour l'expliquer que par un excédant d'albuminoïdes dans la nourriture le nombre des globules du sang s'augmente et par eux l'admission de l'oxygène, d'où il résulte que l'oxydation intérieure, en particulier celle de la graisse, est plus active; seulement l'introduction d'oxygène est exclusivement dépendante de la rapidité avec laquelle l'air et le sang sont mis en rapport l'un avec l'autre dans les organes respiratoires; chez les animaux des classes supérieures, elle est en proportion du nombre des battements du cœur et des respirations dans un temps donné, et ne dépend même pas de la quantité d'oxygène contenue dans le volume d'air inspiré.

Dans l'air comprimé, le nombre des respirations diminue, il augmente dans l'air raréfié; la quantité d'acide carbonique expiré et la température du sang ne subissent que de faibles changements dans les deux cas. Dans l'ascension du mont Blanc, Lordet a observé que les battements de son cœur, de Chamouny jusqu'au sommet, se sont élevés de 80 à 136, les respirations jusqu'à 35 ; la température a diminué durant l'ascension, mais elle est restée à la même hauteur constante (36°.5 centigrades) pendant le repos.

La diminution de la graisse accumulée dans le corps avec l'usage prépondérant de la viande s'explique facilement par la faible valeur respiratoire de la viande comparativement à celle de la graisse et des hydrates de carbone.

Un chien pesant 34 kilogrammes a besoin, pour conserver son poids, de recevoir par jour une nourriture de 3 livres = 1500 grammes de viande, et on comprend qu'un homme pesant le double, à qui il est impossible de manger avec très-peu de pain trois livres de viande par jour, ne reçoit pas assez avec cela pour les besoins de sa respiration. Un travailleur mange par jour, dans sa nourriture normale, d'après Voit, 137 grammes d'albuminates = 549 de viande, en outre de 117 grammes de graisse et de 352 grammes d'hydrates de carbone. Si donc on soustrait des 1500 grammes de viande ci-dessus 549 grammes, il reste ainsi pour remplacer la graisse et l'amidon 951 grammes de viande, qui suffisent à peine pour compenser l'amidon (97.2 parties d'amidon = 309.7 parties de viande) ; admet-on maintenant que l'homme a mangé en totalité 1500 grammes de viande, il est clair que son corps doit fournir les 117 grammes de graisse manquant. Ceci explique l'amaigrissement.

Dans tous les échanges du corps animal, dans la digestion, la formation du sang, la respiration et la nutrition, les éléments inorganiques ou les sels, qui sont des parties consti-

(1) De ce que, dans le phénomène pathologique dit transformation graisseuse ou *sclérose*, on voit l'élément gras se substituer à l'élément azoté dans les tissus, ce n'est pas une raison suffisante pour conclure que le premier dérive nécessairement du second. Il peut tout aussi bien en prendre seulement la place sous des influences que nous ne connaissons pas encore. (*Trad.*)

tuantes constantes du sang, des muscles, des membranes, en général de tous les organes, et en dernier lieu des aliments, prennent une part très-essentielle, dans beaucoup de cas décisive; ce n'est que par leur concours que les éléments nutritifs des repas de l'homme et des fourrages des animaux reçoivent la faculté de servir à l'entretien des fonctions organiques, et ils doivent, pour ce motif, toujours entrer en compte pour l'explication de celles-ci.

En raison de l'étendue que ce travail a déjà prise, un examen plus spécial de la part que prennent, sous le rapport chimique, les sels aux fonctions organiques, dépasserait le but que je me suis assigné, et je dois me réserver d'y revenir dans une autre occasion.

LEÇONS SUR LES MATIÈRES COLORANTES.

Par le docteur Crace Calvert,
Membre de la Société royale de Londres, membre correspondant de la Société industrielle de Mulhouse, membre honoraire de la Société de pharmacie de Paris, etc., etc.

Deuxième leçon. — MATIÈRES COLORANTES ROUGES.

(Suite. — Voir *Moniteur scientifique*, 1er et 15 décembre 1871, p. 880-887.)

MUNGEET. — CAMPÊCHE. — BOIS DE BRÉSIL. — CAMWOOD. — BARWOOD. — ORCANETTE. CARTHAME. — COCHENILLE. — LAC-DYE. — MUREXIDE.

Mungeet. — Nous devons aux recherches du docteur John Stenhouse, l'un des chimistes les plus distingués de l'Angleterre, la connaissance de la composition de plusieurs matières colorantes, et c'est lui qui nous a fait connaître les propriétés du mungeet ou *Rubia mungista*. Cette variété de rubia est cultivée exclusivement en Asie, et surtout aux Indes où elle est employée depuis longtemps, soit seule, soit mélangée avec d'autres matières colorantes pour produire sur les étoffes des rouges de différentes teintes. On importe de temps en temps le mungeet dans notre pays, mais les couleurs qu'il donne n'étant pas aussi vives et aussi solides que celles que produit le *Rubia tinctorum*, son emploi est peu répandu.

Tandis que les principes colorants de la garance sont l'alizarine et la purpurine, ceux du mungeet sont la purpurine et une matière colorante jaune, appelée par le docteur Stenhouse *mungistine*. Il a assigné à ce corps la formule $C^{16}H^{8}O^{6}$. Sa dissolution alcoolique dépose par l'évaporation de très-belles plaques jaunes imitant l'or mussif à s'y méprendre, qui par sublimation se présentent sous la forme de cristaux prismatiques jaunes. La mungistine est peu soluble dans l'eau froide, très-soluble au contraire dans l'eau chaude. Son meilleur dissolvant est le sulfure de carbone, que le docteur Stenhouse a employé avec succès pour séparer la purpurine et la mungistine des autres matières colorantes contenues dans le mungeet. Il affirme en outre que le mungeet contient autant de matière colorante que la garance. Suivant M. Higgins, de Manchester, le mungeet peut fournir de 52 à 55 pour 100 d'une garancine dont le pouvoir colorant est moitié moindre que celui de la garancine obtenue avec le *Rubia tinctorum*, de sorte qu'elle ne peut remplacer cette dernière avec avantage. L'infériorité du mungeet vient de ce qu'il ne renferme que des principes colorants relativement faibles, la purpurine et la mungistine. Le mungeet n'est guère employé par les fabricants d'indiennes, parce qu'il donne une coloration brune avec les sels de fer, ce qui empêche de l'employer avec ce mordant. On l'utilise pour des teintes spéciales du rouge turc, la mungistine donnant avec les sels d'alumine une couleur jaune orangé que l'on applique quelquefois en teinture.

J'appellerai maintenant votre attention sur une classe importante de matières colorantes « les bois de teinture. »

Campêche. — L'arbre dont on tire cette matière tinctoriale est connu en botanique sous le nom d'*Hematoxylum camprechianum*. On le trouve en abondance dans les Indes occidentales, au Mexique et dans plusieurs parties de l'Amérique méridionale. La meilleure qualité pro-

vient de la baie de Campêche, dans le golfe du Mexique; la Jamaïque et Saint-Domingue en fournissent aussi de grandes quantités; le Honduras, la Martinique et la Guadeloupe ne donnent que des qualités inférieures.

Le campêche a été introduit en Europe par les Espagnols, mais il ne fut employé pour la première fois en Angleterre que sous le règne d'Élisabeth, encore ne fut-ce que pendant peu de temps, car son usage fut interdit sous les peines les plus sévères pendant près d'un siècle.

La découverte du principe colorant du bois de Campêche, l'*hématine*, fut faite en 1810, par mon savant et vénérable maître M. Chevreul (qui, quoique âgé maintenant de quatre-vingt-cinq ans s'occupe encore de recherches scientifiques). Peu après il fut étudié par Ermann, qui lui donna le nom d'hématoxyline. Ces éminents chimistes l'obtinrent en cristaux prismatiques jaunes qui se colorent en présence de l'oxygène et de la faible quantité d'ammoniaque que l'atmosphère contient. L'hématoxyline est peu soluble dans l'eau froide, très-soluble au contraire dans l'eau chaude. Elle se dissout aussi dans l'alcool, l'éther et le sulfure de carbone. Elle se combine avec 3 équivalents d'eau, formant un hydrate cristallin qui, chauffé à 100 degrés, perd deux équivalents d'eau.

L'hématine, en présence de l'oxygène et surtout sous l'influence des alcalis, se change en un corps doué d'une magnifique coloration rouge. Cette matière colorante peut être obtenue sous forme de cristaux ayant un reflet pourpre et qui ont reçu le nom d'*hématéine*. La formule de l'hématine est $C^{16}H^{14}O^{6}$, et celle de l'hématéine $C^{16}H^{12}O^{6}H^{2}O$; l'hydrate a pour formule $C^{16}H^{14}O^{6}3H^{2}O$ et à 100 degrés $C^{16}H^{14}O^{6}H^{2}O$.

L'oxydation de l'hématine sous l'influence de l'air et des alcalis et la coloration qui en est la conséquence sont si rapides que l'on peut employer cette propriété dans les recherches les plus délicates, pour déceler la présence du carbonate de chaux dans les eaux. Cette propriété est bien connue des teinturiers : les eaux contenant une grande quantité de carbonate de chaux sont favorables à la formation de beaux noirs, non-seulement parce qu'elles facilitent la transformation de l'hématine en hématéine, mais aussi parce qu'elles neutralisent les acides des mordants employés, mettant l'oxyde de fer en liberté.

L'hématine donne peu ou point de coloration avec les sels de protoxyde de fer; l'hématéine au contraire produit une coloration bleu foncé. L'hématéine est facilement réduite en hématine par l'hydrogène et par l'hydrogène sulfuré.

Je pense que la matière colorante de l'*Hematoxylum Campechianum* se trouve dans l'arbre à l'état de glucoside incolore, mais que, pendant le transport, le glucoside se décompose et que la matière colorante s'oxydant communique à la partie extérieure du bois la couleur rouge que possèdent les bûches qui arrivent dans ce pays.

L'hématéine étant le principe colorant employé par les teinturiers, il faut la développer dans le bois de Campêche. Pour obtenir ce résultat, on réduit le bois en poudre grossière, on en forme des couches de cinq à six mètres de largeur et un mètre d'épaisseur et on humecte le bois : il s'établit une fermentation lente, pendant laquelle le glucoside est décomposé et l'hématine mise en liberté. On facilite la transformation en hématéine en agitant la masse afin de la soumettre à l'action de l'air, action qui se trouve encore activée par l'ammoniaque contenue dans l'atmosphère et par celle qui provient de la décomposition des principes azotés existant dans le bois.

Les bois ainsi préparés sont employés en teinture pour produire les noirs de campêche par des procédés que je décrirai plus loin, et pour fabriquer des extraits fort employés dans l'impression des toiles peintes.

Pour préparer ces extraits, il est nécessaire que le bois ne soit pas trop oxydé et que la dissolution obtenue par des épuisements successifs soit évaporée lentement à une température relativement basse, c'est-à-dire ne dépassant pas 83 degrés. Une chaleur plus forte oxyderait l'hématéine et l'on obtiendrait un principe résineux noir qui ternit l'éclat des couleurs.

Ces extraits sont principalement employés dans l'impression des tissus pour produire des violets genre vapeur. A cet effet on épaissit avec de l'amidon une dissolution concentrée de campêche et on imprime avec la pâte ainsi obtenue des tissus préparés d'une façon particulière. Cette préparation consiste à faire passer le tissu dans une solution de stannate de

soude, puis dans un bain d'acide sulfurique étendu. Dans cette opération le bioxyde d'étain se fixe comme mordant sur la fibre textile, et il suffit de laver et de sécher pour que le tissu soit prêt à recevoir la couleur. Après l'impression, on roule la pièce sur un cylindre métallique percé de trous, ou bien on la pend dans une chambre de tôle et on la soumet à l'action de la vapeur : l'hématéine se combine alors avec l'oxyde d'étain pour former un violet magnifique.

Si l'on veut obtenir du noir, on imprime avec une dissolution de sel de fer, puis on fait passer dans un bain de campêche. Après lavage, les noirs sont renforcés en faisant passer le tissu dans une dissolution étendue bouillante de bichromate de potasse qui complète l'oxydation de la matière colorante.

Les bois et les extraits de campêche sont très employés dans le Yorkshire pour produire des noirs d'un prix peu élevé sur des tissus coton-laine. Ces noirs s'obtiennent en teignant dans un bain composé de campêche, de sulfate de soude et de bichromate de potasse.

Il est souvent utile de distinguer les noirs au campêche des noirs au sumac et les violets au campêche des violets d'aniline. On peut y arriver très-facilement en soumettant le tissu à l'action d'un acide faible; les couleurs produites par le campêche deviennent rouges, tandis que les autres ne changent pas.

Bois de Brésil. — Nous arrivons maintenant à une série de bois appartenant tous au genre *Cisalpinia*, de la famille des *légumineuses*.

Ces bois furent introduits en Europe par les Espagnols. Les meilleures qualités proviennent du Brésil. Le bois particulier connu sous le nom de bois de Brésil, qui s'extrait du *Césalpina Braziliensis*, commence à devenir rare, tous les arbres ayant été coupés dans les districts avoisinant les ports de mer.

Le bois le plus employé aujourd'hui est le *Césalpina Christa*, il vient de Fernambouc. On le trouve aussi à la Jamaïque et dans la Sierra-Nevada, mais on n'obtient de cette dernière provenance qu'une qualité inférieure.

Une autre variété, le *peach-wood*, se tire de Nicaragua; une troisième, connue sous le nom de *bois de Sapan*, vient principalement de Siam et des Indes. Une qualité inférieure, appelée *bois de Lima*, est importée du Pérou.

Tous ces bois paraissent contenir le même glucoside qui est décomposé par un ferment particulier en une matière sucrée et en un principe colorant. On peut prouver ce fait par l'expérience suivante : si l'on fait une décoction avec le bois de l'intérieur des bûches et qu'on le fasse bouillir avec une dissolution de tartrate double de potasse et de cuivre, il ne se forme aucun précipité. Si, au contraire, on décompose d'abord le glucoside en faisant bouillir la décoction avec une dissolution étendue d'acide chlorhydrique ou sulfurique, et si l'on traite ensuite par le sel de cuivre, on obtient un abondant précipité. Cette décoction, qui n'est que légèrement colorée en jaune, donne un précipité très-abondant et très-brillant avec l'acétate de chaux. Le principe colorant du bois de Brésil fut découvert par M. Chevreul qui lui donna le nom de *brésiline*. Par l'oxydation, la *brésiline* est convertie en brésiléine. Elle se combine avec l'eau et forme un hydrate qui contient deux équivalents d'eau. M. Bolley a donné à la brésiline la formule $C^{22}H^{20}O^{7}$ et à l'hydrate $C^{22}H^{20}O^{7}2H^{2}O$. Il a fait aussi la curieuse observation qu'en comparant les formules de la brésiline et de l'hématine, la différence est égale à de l'acide phénique :

$$\begin{array}{ll} \text{Brésiline.......} & C^{22}H^{20}O^{7} \\ \text{Hématine......} & C^{16}H^{14}O^{6} \\ \hline \text{Différence......} & C^{6}H^{6}O \text{ — acide phénique.} \end{array}$$

Ce qui est encore plus remarquable c'est qu'en traitant l'hématine par l'acide nitrique on obtient de l'acide oxalique, tandis que, dans le même cas, la brésiline donne de l'acide oxalique et de l'acide picrique ou acide trinitrophénique que l'on obtient également en traitant l'acide phénique par l'acide nitrique.

Une décoction de ces bois est jaune ou orange (selon la quantité de *brésiline* ou de brésiléine qu'elle contient). Par l'action d'un acide ou d'un alcali on obtient une magnifique co-

loration rouge, dont la teinte varie suivant les proportions des deux principes. On obtient aussi une coloration rouge par le bichromate de potasse, et un précipité rouge par l'oxymuriate d'étain.

Ces caractères permettent de distinguer facilement une dissolution de ces bois d'une dissolution de campêche.

Pour préparer des extraits commerciaux de ces bois, il faut les réduire en poudre fine, car leur principe colorant se dissout difficilement dans l'eau ; comme pour le campêche, il faut les laisser fermenter et s'oxyder à l'air sans cependant pousser la fermentation aussi loin. La concentration de ces décoctions diffère de celle des extraits de campêche en ce qu'elles peuvent être soumises à une température plus élevée. Cette évaporation doit être faite très-rapidement ; sans cette précaution, au lieu d'un extrait, on n'obtient qu'une matière résineuse insoluble. Le docteur Dingler a proposé, pour obtenir des extraits plus brillants, un procédé qui donne de très-bons résultats. Il consiste à ajouter 2 kilogrammes de gélatine par chaque mètre cube de bois et à laisser le tout fermenter plusieurs jours. Le bois ainsi traité donne un extrait très-riche en procédant comme nous l'avons indiqué ; il est certain que la gélatine active la décomposition du glucoside et que l'ammoniaque produite facilite l'oxydation de la brésiline. Par l'addition d'une petite quantité de chlorate de potasse, M. Peek augmente la valeur de l'extrait parce que, après l'impression, le chlorate de potasse, sous l'influence de la vapeur d'eau, cède son oxygène à la matière colorante.

On emploie surtout ces extraits pour des roses et des rouges genre vapeur. Pour obtenir ces couleurs, on ajoute à l'extrait de l'acétate d'alumine, du chlorure d'étain, de l'acide oxalique ou de l'acétate de cuivre; on imprime sur des tissus préparés à l'oxyde d'étain, comme nous l'avons déjà indiqué, et l'on vaporise. Ces bois sont aussi employés mêlés avec un peu de quercitron pour la fabrication des genres garancine à bon marché. On peut facilement distinguer ces imitations en traitant le tissu à essayer par une dissolution chaude de savon qui n'attaque que très-faiblement le tissu teint avec la garance pure, tandis que celui que l'on a préparé avec un mélange de garance et de bois de Brésil est presque complétement décoloré.

Les bois de brésil sont quelquefois employés pour falsifier la garancine, comme je l'ai indiqué en traitant ce sujet.

Les extraits de ces bois sont aussi employés pour préparer des laques roses et rouges qui, à cause de leur bon marché, sont très-utilisées comme matières colorantes dans la fabrication des papiers peints. L'encre rouge ordinaire est préparée par l'addition d'une faible quantité d'alun et d'acide à une solution aqueuse de ces bois.

Bois de santal. — J'aborderai maintenant une autre série de matières colorantes obtenues de plusieurs variétés du *Pterocarpus* que l'on trouve dans les tropiques de l'ancien et du nouveau monde et principalement dans les Indes orientales, à Ceylan et à Madagascar. Le *camwood* et le *barwood* proviennent de Sierra-Leone.

Le principe colorant que renferment ces différentes plantes ne se développe qu'avec le temps ; les jeunes branches n'en contiennent pas, tandis que l'on en trouve une grande quantité dans le tronc de l'arbuste. M. Bolley a prouvé que le même principe colorant existe dans les différentes variétés de santal, et il lui a donné le nom de santaline. MM. Wagermann et Haeffelg lui assignent la formule $C^{15}H^{14}O^{5}$. La *santaline* se présente sous la forme d'une poudre cristalline rouge, insoluble dans l'eau, mais soluble dans l'alcool, l'éther, l'acide acétique. Le dernier dissolvant cède la matière colorante à l'albumine ; cette propriété importante pourra peut-être recevoir un jour une application pratique dans l'impression des tissus.

Le bois de santal est très-employé sur le continent pour donner un fond aux tissus que l'on se propose de teindre ensuite à l'indigo ; on obtient ainsi un très-beau bleu ayant une teinte violette à la lumière réfléchie. A Elbeuf surtout cette matière colorante est employée en grande quantité.

Le *camwood* et le *barwood* sont très-employés en Angleterre pour produire sur écheveaux de coton une couleur rouge orangé très-brillante, imitation rouge turc. Ce rouge n'est ce-

pendant pas aussi vif ni aussi brillant que celui que l'on obtient avec la garance, et l'on peut facilement le reconnaître en le traitant par une solution de soude ou de savon qui décolore le fil de coton.

Orcanette. — La racine de l'*Anchusa tinctoria* contient un principe colorant résineux d'un beau rouge, auquel M. Bolley a donné pour formule $C^{35}H^{40}O^{8}$. Il est insoluble dans l'eau, mais soluble dans l'alcool, l'éther et le sulfure de carbone. Il communique à tous ses dissolvants une belle coloration rouge qui devient bleue par l'addition d'un alcali. Ce principe colorant n'est pas employé dans la teinture ; on l'utilise dans la parfumerie pour colorer les huiles et les graisses, en pharmacie pour colorer certains médicaments et dans les ménages pour nuancer le lait de chaux qui sert à blanchir les murs.

Carthame ou *saflor*. — Quoique cette matière colorante ait beaucoup perdu de son importance depuis la découverte des couleurs d'aniline, on l'emploie encore en assez grande quantité en Angleterre pour obtenir une teinte rose particulière qui trouve un grand débouché dans le Levant. On l'emploie aussi pour donner au cordonnet rose sa couleur caractéristique, et quoique l'on puisse produire des roses d'aniline à meilleur marché, le carthane n'a pu être remplacé, les teintes n'étant pas tout à fait identiques.

Le carthame est la fleur d'un chardon particulier connu sous le nom de *Carthamus tinctorius*, que l'on cultive en France, en Egypte, en Espagne, en Italie et dans les Indes. En France et en Espagne, les petites fleurs formant les têtes des chardons sont cueillies et séchées à l'ombre. En Egypte et dans les Indes, elles sont comprimées et lavées à l'eau froide qui sépare les matières étrangères; elles sont ensuite légèrement pressées et séchées à l'ombre. Le carthame préparé par ce procédé a une valeur double du carthame simplement séché ; sur cent parties de carthame on n'obtient que trois ou six parties de principe colorant.

On a donné à ce principe colorant le nom d'acide carthamique dont la formule est $C^{14}H^{16}O^{14}$. Une dissolution de cet acide évaporée sur une surface blanche et polie abandonne un vernis d'une couleur rouge magnifique, qui à la lumière refléchie présente une couleur vert cantharide très-belle. Il est insoluble dans l'eau et l'éther, mais soluble dans l'alcool. Cette dissolution devient jaune par l'addition d'acide sulfurique, nitrique ou chlorhydrique. Les alcalis faibles font virer la couleur au jaune ou à l'orangé, et, dans ce cas, la matière colorante est rapidement altérée lorsqu'on la laisse exposée à l'air. Le peu de stabilité de cette couleur et les modifications que lui font si aisément subir les acides et les vapeurs ammoniacales, sont cause qu'elle a été remplacée avec succès pour la teinture de la soie et de la laine par les couleurs d'aniline.

Pour préparer l'acide carthamique on introduit le carthame dans des sacs qu'on lave jusqu'à ce qu'une matière colorante jaune qu'il contient soit complétement enlevée. On le traite ensuite par de l'eau contenant 15 pour 100 du poids du carthame de carbonate de soude cristallisé. Après deux heures de macération l'on décante et l'on plonge le coton dans le liquide. On ajoute du jus de citron ou de l'acide citrique ; l'acide carthamique mis en liberté se fixe sur le tissu, et c'est de cette manière que l'on opère lorsqu'on veut teindre en rose de carthame. Pour obtenir l'acide carthamique il faut laver le coton ainsi teint, puis le traiter par du carbonate de soude qui redissout l'acide carthamique en laissant sur le tissu une seconde matière colorante jaune. Le carthamate de soude ainsi obtenu est décomposé par l'acide tartrique et l'acide carthamique se précipite sous la forme d'une poudre amorphe d'un rouge brillant qui, additionnée d'un peu d'eau, est vendue sous le nom d'extrait de carthame. Cet extrait, séché et mélangé avec du talc réduit en poudre, est employé comme fard.

Il y a un extrait particulier bien connu des teinturiers, dont la préparation est secrète. La valeur de ce produit réside dans le fait qu'il se dissout dans l'eau sans addition de carbonate alcalin et qu'il teint directement la laine, le coton ou la soie.

Cochenille, Kermès, Lac-dye, Murexide. — Nous appellerons maintenant votre attention sur quatre couleurs dérivées du règne animal, la cochenille, le kermès, la lac-dye et la murexide.

Les trois premières sont obtenues d'une famille d'insectes connues sous le nom de *Coccinæ*. Les femelles de ces insectes, qui seules fournissent la matière colorante, ne présentent qu'une

masse presque informe et restent immobiles à la place où elles se sont fixées sur les plantes qui en sont infestées. Les mâles, au contraire, se déplacent beaucoup ; ce sont de petits insectes vraiment élégants, munis de deux ailes membraneuses. L'insecte de la cochenille s'appelle *Coccus cacti*, celui du kermès *Coccus illicis* et celui de la lac-dye *Coccus lacca* ou *Ficus*. Tous contiennent le même principe colorant, l'acide carminique.

Quoique la teinture par ces matières colorantes fut connue des anciens et très-employée en Perse et dans les Indes, la véritable cochenille n'est connue en Europe que depuis la découverte de l'Amérique par les Espagnols, et ce n'est que depuis 1830 qu'on la récolte dans les îles Canaries, dans l'île de Ténériffe, à Java et en Algérie. La meilleure qualité provient de la république du Honduras.

Le *Coccus cacti* vit sur un cactus particulier applé *Cactus nopal* ou *Opunta coccinilifera*. Cette plante est originaire du Mexique où elle se trouve à l'état sauvage et sur laquelle on recueille une grande quantité de cochenilles. Les Indiens indigènes la cultivent aussi, ils en ont quelquefois des plantations de soixante mille pieds. Les cochenilles provenant de ces deux sources sont de qualités très-différentes : celles qui sont recueillies sur les plantes cultivées sont de beaucoup supérieures, elles sont appelées *mestique* ; celles que fournit la plante sauvage sont connues sous le nom de *Sylvestra*.

Voici quelques détails sur la reproduction des cochenilles et sur les différentes méthodes employées pour les préparer lorsqu'elles sont recueillies: Au mois de mai, dans les plaines et au mois de novembre dans les montagnes, les Indiens prennent des tiges du cactus couvertes d'insectes qu'ils ont conservées d'une récolte antérieure, ils en enlèvent les jeunes femelles et les déposent sur des plantes en pleine végétation où elles se développent et multiplient très-rapidement. Trois mois après, ces insectes sont recueillis avec de petites brosses à l'aide desquelles on les détache de chaque feuille successivement ; on les fait tomber dans des plats d'étain que l'on place sous chaque branche de la plante. On les tue alors soit en les jetant dans de l'eau chaude et en les séchant ensuite au soleil ou dans une étuve, soit en les plaçant dans des sacs et en les desséchant de suite ; le premier procédé donne la cochenille noire nommée *renegrida*, le second laisse sur l'insecte une apparence lustrée qui caractérise la cochenille argentée appelée *jaspeada*. Un kilogramme de cochenille contient cent quarante mille insectes ; on en importe tous les ans en Europe plusieurs millions de kilogrammes.

Le principe colorant de la cochenille fut isolé à l'état impur par Pelletier, qui le considéra comme un composé azoté, mais MM. Arppe et Warren de La Rue ont trouvé qu'il ne contenait pas d'azote et lui ont donné pour formule $C^{14}H^{14}O^{8}$. Ses réactions acides lui ont fait donner le nom d'*acide carminique*. M. Schützenberger a prouvé que le carmin est composé d'acide carminique et d'une base organique azotée appelée *tyrosine*.

MM. Arppe et Warren de la Rue ont obtenu l'acide carminique cristallisé de la manière suivante : la cochenille est traitée par l'éther, qui dissout les matières grasses, puis par l'eau bouillante. On ajoute à la solution un acétate acide de chaux qui précipite un carminate insoluble. On lave ce précipité avec soin et on le décompose par l'acide sulfurique; l'acide carminique est mis en liberté. La solution aqueuse est évaporée à siccité, on reprend le résidu par l'alcool, on évapore et par le refroidissement on obtient une masse cristalline.

L'acide carminique est, comme on vient de le voir, insoluble dans l'éther, soluble dans l'eau et dans l'alcool. Il se dissout aussi, sans décomposition, dans l'acide sulfurique et dans l'acide chlorhydrique. L'acide carminique donne en teinture, surtout sur laine, une des couleurs les plus solides que l'on connaisse, sur laquelle l'air et la lumière n'ont pas d'influence. Le chlore la détruit facilement. Une dissolution d'acide carminique donne les réactions caractéristiques suivantes : avec une solution d'alcali, on obtient une magnifique coloration cramoisie ; avec l'oxymuriate d'étain, un précipité rouge ; avec la crème de tartre et l'oxalate de potasse, un précipité rouge orangé. L'alumine précipite tout l'acide carminique contenu dans une solution aqueuse.

La cochenille est souvent falsifiée. La fraude la plus généralement employée est pratiquée à Nîmes et dans les autres villes où l'on fabrique la parfumerie sur une grande échelle. La cochenille est trempée dans l'eau pendant quelques instants, une partie du principe colorant est dissoute. Elle est ensuite séchée et vendue soit comme cochenille noire, soit comme coche-

nille blanche, après l'avoir, dans ce dernier cas, secouée dans un sac contenant du sulfate de chaux. On reconnaît facilement cette falsification en traitant la cochenille par l'eau, le sulfate de chaux se sépare. Une bonne qualité de cochenille ne donne que 5 à 6 pour 100 de cendres.

On peut déterminer le pouvoir colorant de la cochenille de deux ou trois manières. La première consiste à traiter des poids égaux de la cochenille à essayer et d'une autre dont la valeur est connue par l'alcool ou par une dissolution d'alun. On verse les deux solutions ainsi obtenues dans des tubes que l'on place dans un colorimètre. Cet appareil se compose d'une boîte rectangulaire ayant deux ouvertures à chaque extrémité et deux autres à la partie supérieure, toutes placées dans le même plan. Les tubes sont placés à une extrémité et en regardant de l'autre on peut observer les deux colorations. Si l'on remarque une différence, on ajoute de l'alcool ou de l'eau à la dissolution la plus concentrée jusqu'à ce que l'on ait obtenu une teinte égale. La quantité de liquide ajoutée donne la valeur relative de la cochenille.

Le docteur Fermy, de Glascow, a publié un procédé qui donne de bons résultats. On traite 1 gramme de cochenille par 50 grammes de solution de potasse et par 100 centimètres cubes d'eau. On ajoute à la dissolution ainsi obtenue une dissolution titrée de ferricyanure de potassium (1 gramme pour 200 centimètres cubes d'eau) jusqu'à ce que l'on ait obtenu une coloration brune. Une dissolution titrée de poudre de blanchiment peut remplacer dans ce cas le ferricyanure de potassium. Quoi qu'il en soit, la meilleure méthode consiste à teindre deux échantillons de même grandeur dans les deux bains suivants, en prenant comme type dans chaque cas un échantillon teint avec une cochenille de première qualité :

1° Pour teinte écarlate :

Eau	1250 grammes
Crème de tartre	2 —
Composition d'étain	2 —
Cochenille	1 —

2° Pour teinte cramoisie :

Eau	1250 grammes.
Crème de tartre	0.75 —
Alun	1.50 —
Cochenille	1 —

Les échantillons sont ensuite lavés et séchés et par la comparaison de l'intensité de leur teinte on peut avoir la valeur de la cochenille suspecte.

La principale application de la cochenille consiste dans la teinture de la laine, mais on l'emploie aussi dans l'impression des tissus de coton pour obtenir des roses et des rouges genre vapeur.

Il est souvent utile de pouvoir déterminer si un rose est produit avec un bois de teinture, avec la cochenille ou avec la garance. Toutes ces couleurs sont détruites par le chlore et par la poudre de blanchiment. Une dissolution de savon détruit le rose obtenu par le bois, communique une coloration cramoisie à la cochenille et avive la couleur obtenue par la garance. Plongés dans une dissolution étendue d'acide chlorhydrique ou d'acide sulfurique, les tissus teints par la cochenille ne subissent aucune altération, tandis que ceux qui le sont par la garance et les bois de teinture prennent une teinte jaune qui devient violette lorsqu'on la traite par un lait de chaux. Soumises ensuite à un traitement par le savon, les couleurs des bois sont détruites, ce qui n'a pas lieu pour la garance.

Cochenille ammoniacale. — Si l'on mélange une partie de chochenille et trois parties d'ammoniaque, et que l'on conserve ce mélange pendant trois semaines, une réaction chimique se produit. L'ammoniaque perd un équivalent d'hydrogène qui, s'unissant à un équivalent d'oxygène de l'acide carminique, forme de l'eau et un composé azoté : la carminamide. M. Schutzenberger représente cette réaction par la formule suivante :

$$\underbrace{C^9H^8O^5}_{\text{Acide carminique.}} + \underbrace{AzH^3}_{\text{Ammoniaque.}} = \underbrace{H^2O}_{\text{Eau.}} + \underbrace{C^9H^9AzO^4}_{\text{Carminamide.}}$$

Cet amide est aussi employé en teinture, mais il est nécessaire d'ajouter 4 pour 100 d'alumine en gelée pendant sa formation ; on évapore ensuite doucement jusqu'à consistance de pâte pour chasser l'excès d'ammoniaque. On emploie cette préparation qui porte le nom de cochenille ammoniacale, pour teindre la soie et pour produire des teintes violettes et mauves sur laine.

Laques de carmin. — Ces magnifiques laques, remarquables par leur teinte brillante, sont préparées avec une dissolution de cochenille et ne peuvent l'être avec l'acide carminique, la matière animale que l'insecte contient paraissant nécessaire à leur formation. Le procédé employé pour obtenir les plus belles qualités est tenu secret par les fabricants; voici cependant deux formules qui donnent des produits d'une beauté relative :

1° On fait bouillir 450 grammes de cochenille avec 10 litres d'eau auxquels on ajoute 32 grammes d'alun. On maintient le liquide en ébullition pendant trois minutes, puis on laisse déposer. Au bout de plusieurs jours on obtient environ 32 grammes de laque. On peut dans cette préparation substituer la crème de tartre à l'alun.

2° On fait bouillir pendant trois heures un kilogramme de cochenille en poudre dans 150 litres d'eau, on ajoute 100 grammes de salpêtre, on fait bouillir de nouveau et on laisse déposer. La liqueur claire est décantée et au bout de deux ou trois semaines on obtient une belle laque carminée.

Kermès. — Cette matière colorante est aussi une variété du coccina qui vit sur un chêne particulier apppelé *quercus coccifera.* Les jeunes femelles de ces animaux se fixent sous l'épiderme des feuilles et des jeunes pousses, au commencement du printemps. A mesure que l'insecte grandit il fait enfler l'épiderme et forme ainsi une foule d'excroissances à la surface des feuilles et des branches. C'est pendant cette période qu'il dépose ses œufs.

En Espagne et dans le midi de la France, on détache ces insectes au mois de juin avant l'éclosion des œufs et on les fait mourir en les soumettant à l'action des vapeurs du vinaigre.

Cette matière colorante est rarement employée en Angleterre. Son usage, au contraire, est trés-fréquent dans le midi de la France, au Maroc et en Turquie pour donner au maroquin et aux tissus de laine cette teinte caractéristique de la coiffure à laquelle les Asiatiques donnent le nom de *Fez.*

Si les couleurs obtenues avec le kermès sont moins brillantes que celles que donne la cochenille, elles ont l'avantage de résister au savon et aux alcalis faibles. On l'emploie aussi à Milan, à Rome et à Florence pour colorer une boisson très-estimée connue sous le nom d'alkermès. Le principe colorant que renferment ces insectes est identique à celui de la cochenille. Le kermès est employé comme matière colorante dans le Levant depuis des temps immémoriaux.

Gomme laque. — La gomme laque est aussi une variété de *coccina* que l'on trouve sur un figuier particulier, le *ficus religiosa* ou *indica.* Ces insectes se reproduisent si rapidement et en si grande quantité qu'ils recouvrent entièrement les branches de l'arbre sur lesquelles ils sont déposés. Ils sécrètent un liquide résineux qui en se desséchant entoure les branches d'un fourreau solide, adhérent, dont l'épaisseur atteint souvent plus d'un demi-centimètre. Les indigènes cassent ces branches avant l'éclosion des œufs et les sèchent au soleil pour tuer l'insecte. La plus belle qualité de gomme laque provient du royaume de Siam ; celle que l'on importe du Bengale est de qualité inférieure.

On trouve trois sortes de gomme laque dans le commerce: la laque en bâtons, dont nous venons de parler, la laque en grains et la laque en écailles. Pour produire la laque en grains, on sépare la sécrétion résineuse des branches sur lesquelles elle s'est formée. On la pulvérise grossièrement dans un mortier avec de l'eau. La plus grande partie de la matière colorante se dissout, tandis que la partie granuleuse non dissoute est recueillie, desséchée au soleil et livrée au commerce sous le nom de laque en grains. La laque en écailles est obtenue en fondant la laque en grains et en la tamisant à travers une toile pendant qu'elle est encore fluide. La masse ainsi purifiée est coulée sur une planche polie en bois de figuier du paradis, en quelques minutes elle se solidifie et devient dure et cassante.

Ces trois laques ont la composition suivante :

	Laque en bois.	Laque en grains.	Laque en écailles.
	—	—	—
Résine	68	88.50	90.90
Matières colorantes	10	2.50	0.50
Cire	6	4.50	4
Gluten	5.50	2	2.80
Matières étrangères	6.50	»	»
Pertes	4	2.50	1.80
	100.00	100.00	100.00

Le principe colorant que renferment ces insectes est le même que celui de la cochenille et du kermès. La gomme laque est très employée dans le Levant comme matière tinctoriale.

Lac-lake, lac-dye. — Ces deux matières colorantes sont importées des Indes depuis 1796. On les obtient en traitant la gomme laque en bâtons par une dissolution faible d'alcali à laquelle on ajoute ensuite une dissolution d'alun. Il se produit un précipité qui lavé et séché est livré au commerce. Quoique ces deux laques soient préparées de la même manière, la lac-dye est d'une qualité supérieure. On attribue cette différence de qualité aux soins particuliers que l'on prend pour la préparer. Les détails de la préparation sont tenus secrets.

Pour teindre la laine, on dissout ces laques dans de l'eau additionnée d'acide sulfurique à laquelle on ajoute une petite quantité d'oxymuriate d'étain. On plonge le tissu dans ce liquide presque bouillant. Il suffit ensuite d'un lavage après la teinture.

Il y a quelques années, MM. E. Brooke et comp., de Manchester, ont fabriqué une lac-dye d'une qualité supérieure à celle qui provient des Indes. Ils la préparaient en traitant la gomme laque en bois par de l'ammoniaque faible et en ajoutant à cette dissolution ammoniacale du chlorure d'étain. Il se produit un précipité rouge brillant qu'il suffit de laver et de sécher.

Murexide ou *pourpre romaine.* — Quoique cette matière colorante ait perdu toute sa valeur commerciale depuis la découverte de l'aniline, j'appellerai votre attention sur les faits suivants pour vous donner un exemple de l'aide que la chimie a pu apporter à l'art de l'impression des tissus.

En 1776, l'illustre chimiste suédois Scheele découvrit l'acide urique dans l'urine. En 1817, Brugnatelli trouva que l'acide nitrique convertissait l'acide urique en une substance qu'il nomma acide erythrique, et à laquelle en 1837 Woehler et Liebig donnèrent le nom d'alloxane. En 1818, le docteur Proust avait découvert que l'alloxane se changeait en présence de l'ammoniaque en une magnifique substance rouge pourpre appelée par lui purpurate d'ammoniaque et qui, en 1837, reçut de Woehler et Liebig le nom de murexide.

Ces découvertes restèrent dans le domaine de la science pure jusqu'en 1851. A cette époque, le docteur Saac observa que l'alloxane en contact avec les mains colorait la peau en rouge ; il en conclut que cette couleur pourrait teindre toute matière animale, telle que la laine, et, poursuivant ses expériences, il obtint une magnifique couleur rose, en faisant passer de la laine préparée avec un sel d'étain dans une dissolution d'alloxane et en la soumettant ensuite à une température modérée.

En 1856, MM. Depouilly, Lauth, Meister, Petersen et A. Schlumberger, réussirent à appliquer cette matière colorante sur la laine et sur la soie. Ils produisaient le rouge en mélangeant la murexide avec du sublimé corrosif, de l'acétate de soude ou de l'acide acétique.

Pour l'appliquer sur coton, on mélange la murexide avec du nitrate de plomb ou de l'acétate de zinc, on imprime, on laisse sécher pendant deux ou trois jours et l'on fait passer le tissu dans un mélange de sublimé corrosif d'acétate de soude et d'acide acétique qui développe complétement la couleur.

L'acide urique nécessaire pour produire la grande quantité de murexide que l'on employait autrefois, s'extrayait du guano. Ponr arriver à ce résultat, le guano est traité par l'acide chlorhydrique jusqu'à ce que toute la matière soluble dans cet acide soit dissoute. Le résidu insoluble est traité avec précaution par de l'acide nitrique marquant 1.40. Lorsque l'action de l'acide est terminée, on reprend par l'eau chaude et l'on filtre. La liqueur filtrée a une couleur jaunâtre et contient l'alloxane. En la laissant refroidir, on obtient une masse brune ou violette appelée carmin de pourpre.

SOPHISTICATION DU SUCRE AVEC DE LA DEXTRINE.

Le docteur Scheibler a récemment publié dans le *Journal des fabricants du Zollverein* quelques observations au sujet de la dextrine.

Après avoir analysé plusieurs fois et avec le plus grand soin un certain nombre d'échantillons de sucres, il trouva qu'ils contenaient en eau, en sels et en matière sucrée une proportion supérieure à 100. Ce résultat singulier, tout à fait indépendant des matières organiques, car il n'en existait pas dans les échantillons, conduisit le docteur Scheibler a chercher une autre cause pour expliquer ce curieux phénomène. Son polariscope était exact, et l'erreur ne pouvait provenir de l'usage de cet appareil; les sucres analysés réduisaient, quoique faiblement, la liqueur cuivreuse de Fehling, et dénotaient ainsi la présence de sucre interverti, ce qui rendait moins probable le résultat de la première analyse et empêchait d'admettre la présence de la pectine qui aurait réduit le cuivre dans une plus forte proportion. On ne pouvait donc expliquer le degré de polarisation que par la présence de quelques substances ayant la propriété de dévier la lumière très-fortement à droite. C'est pourquoi le docteur Scheibler fut nécessairement conduit à soupçonner l'altération du sucre par la dextrine, et à étudier exactement les effets de cette matière sur le polariscope. Les premières expériences qu'il fit avec la dextrine du commerce lui montrèrent sûrement que cette substance ajoutée à du sucre brut, dans la proportion de 1/2 pour 100, augmentait la polarisation du sucre de 1.1 à 1.2 degrés, et que cette fraude ne pouvait être découverte par les moyens ordinaires de clarification des liquides proposés pour les essais saccharimétriques, et particulièrement par l'acétate basique de plomb.

La nature de l'agent employé à la sophistication une fois connue, le docteur Scheibler essaya quelques réactions qui pussent réveler son existence et, dans ce but, étudia surtout la manière dont il se comportait en présence de divers réactifs.

L'emploi de l'alcool lui donna quelques indications de la présence de la dextrine sous la forme d'une substance gluante et gélatineuse. Mais, si la solution analysée ne contient que peu de dextrine, l'alcool, même à 90 ou 95 pour 100, ne produit dans la liqueur qu'un état boueux plus ou moins marqué. Du reste, ce signe caractéristique n'est pas suffisant pour qu'on puisse affirmer la présence de la dextrine, car on connaît un grand nombre de sucres bruts, riches en sels, et surtout en sulfate de chaux, qui se troublent de même, en présence de l'alcool. Celui-ci ne fournit donc que des indications de la présence de la dextrine dans les sucres, sans en donner une certitude absolue.

Suivant Biot et Persoz, la plus grande partie de la dextrine du commerce, dissoute dans l'eau, donne naissance, lorsqu'on y ajoute un peu d'iode, à une couleur pourpre particulière. Si le sucre, essayé avec l'iode, donne lieu à cette réaction, il est certain qu'il contient de la dextrine ; mais il y a des variétés de dextrine qui, par suite de leur préparation, ne produisent aucune coloration avec l'iode, de sorte que ce moyen d'essai se trouve défectueux, parce qu'il ne s'applique qu'aux dextrines qui renferment encore de l'amidon non transformé. Il est vrai que ce sont précisément ces dextrines qui possédent au plus haut degré le pouvoir polarisant dextrogyre, tandis que celles où la transformation de l'amidon est complète, et où n'existe aucun produit intermédiaire, renferment plus ou moins de glucose, montrent au polariscope une rotation inférieure à celle du sucre brut, et sont, par conséquent, moins propres à l'altération de ce dernier produit.

Il était donc nécessaire de trouver une réaction caractéristique de la dextrine, lorsque son mélange avec une solution d'iode ne donne lieu à aucune coloration ; et c'est vers ce point que le docteur Scheibler a spécialement dirigé ses recherches.

F. Musculus a déjà remarqué que la dextrine résiste beaucoup plus que le sucre à l'action continue de l'acide sulfurique ; si, donc, l'on fait agir pendant près d'une minute la chaleur et une certaine quantité d'acide sulfurique sur un mélange de sucre et de dextrine, le sucre

passera à l'état interverti et pourra être essayé avec la liqueur cuivreuse, tandis que la dextrine n'aura subi, pendant tout ce temps, aucune espèce de modification.

Les expériences du docteur Scheibler ont pleinement confirmé l'exactitude pratique de cette méthode. Nous reproduisons ici les résultats qu'il a obtenus et qui, tout en démontrant la justesse du procédé, évaluaient l'influence de la dextrine sur le degré saccharimétrique de l'échantillon de sucre analysé.

Le sucre brut qui servit à l'expérience et qu'il prit comme type contenait :

Eau	3.35	pour 100.
Cendres	1.73	—
Matières minérales	2.32	—
Sucre	92.60	—
	100.00	pour 100.

Avec addition de dextrine il polarisa comme suit :

Pour	0.0	0.5	1.0	2.0	3.0 pour 100 de dextrine.
	92.6	93.4	94.2	95.6	96.3

Lorsqu'on vint à augmenter la quantité de dextrine au delà de 3 pour 100, le liquide traité par l'acétate de plomb se troubla au point de rendre impossible l'essai saccharimétrique.

Pour le chimiste qui n'aurait pas soupçonné la présence de la dextrine, l'analyse ordinaire aurait donné les résultats suivants :

Pour une proportion de dextrine de	0.0	0.5	1.0	2.0	3.0 pour 100.
Eau	3.35	3.33	3.32	3.28	3.25
Cendres	1.73	1.72	1.71	1.70	1.67
Matières organiques	2.32	1.55	0.77	Néant.	Néant.
Sucre	92.60	93.40	94.20	95.60	96.30
	100.00	100.00	100.00	100.58	101.23

Si on vérifie par intervertissement, on obtient les résultats suivants :

Mélange de	0.0	0.5	1.0	2.0	3.0 pour 100 de dextrine.
Rotation directe	92.6	93.4	94.2	95.6	96.3
Après intervertissement	92.5	80.4	78.0	73.1	67.0

Ces divergences conduiraient les chimistes, même les moins expérimentés, à soupçonner une sophistication.

Ainsi, d'après ce que nous avons dit plus haut, le sucre brut, renfermant 4 pour 100 de dextrine, ne peut plus être clarifié par l'acétate de plomb, ni polarisé ; on n'obtient par cette réaction qu'un liquide boueux, opale et laiteux. Avant d'abandonner la question, le docteur Scheibler essaya le charbon animal pour voir s'il agissait plus efficacement que l'acétate de plomb. Il obtint, par filtration à travers le charbon, un liquide parfaitement clair, mais qui ne montra, au polariscope, que le degré du sucre seul, l'influence de la dextrine restant tout à fait nulle. Le charbon animal a la propriété, suivant le docteur Scheibler, de séparer la dextrine du liquide qui la contient, et cette propriété constitue une méthode précieuse d'analyse pour prouver la sophistication du sucre par cette substance.

Les résultats des travaux du docteur Scheibler peuvent se résumer de la manière suivante:

1° L'altération du sucre brut par la dextrine a pour effet d'élever considérablement le degré de rotation du sucre.

2° Cette fabrication du sucre brut peut être reconnue par l'action de l'alcool, qui donne lieu à un précipité gélatineux ou à un trouble marqué de la liqueur ; par la coloration causée par l'addition de l'iode ; par l'impossibilité de clarifier complétement le liquide avec l'acétate de plomb ; par les différences de polarisation avant et après l'intervertissement ; et enfin, par l'action absorbante que le charbon animal exerce sur la dextrine.

SUR L'ANTHRACÈNE ET SES DÉRIVÉS.

Par M. ÉMILE KOPP (1).

On sait que la quinone proprement dite $C^6H^4O^2$, soumise à l'action d'un assez grand nombre de corps réducteurs (acide sulfureux, chlorure stanneux, etc.), se convertit en hydroquinone $C^6H^6O^2 = [C^6H^4O^2, H^2]$.

En mélangeant ensemble des solutions d'hydroquinone et de quinone, il se précipite immédiatement des cristaux verts d'une combinaison de ces deux substances, combinaison désignée sous le nom de quinone hydrone

$$C^6H^4O^2 + C^6H^6O^2 = C^{12}H^{10}O^4 = 2[C^6H^5O^2].$$

La quinone est un corps cristallin d'un jaune doré, l'hydroquinone est incolore, la quinone hydrone est une véritable matière colorante ; elle cristallise en aiguilles vertes, brillantes, présentant l'éclat métallique des escarbots dorés ou des plumes de colibri.

L'anthrachinone est susceptible de transformations semblables.

En présence de l'hydrogène naissant, elle peut passer à l'état d'anthrahydroquinone

$$C^{14}H^{10}O^2 = C^{14}H^8O^2, H^2 = C^{14}H^8 \left\{ \begin{matrix} OH \\ OH \end{matrix} \right. ;$$

L'anthrahydroquinone peut se combiner à l'anthraquinone pour constituer l'anthraquinone hydrone

$$C^{14}H^8O^2 + C^{14}H^{10}O^2 = C^{28}H^{18}O^4 = 2[C^{14}H^9O^2] = 2\left[C^{14}H^8 \left\{ \begin{matrix} O \\ OH \end{matrix} \right. \right].$$

En parlant de l'action de l'hydrate de potasse en fusion sur l'anthraquinone, nous avons mentionné qu'à un moment donné la masse se recouvre d'une pellicule verte brillante ; si, alors, on verse le tout dans l'eau, celle-ci se colore en rouge cerise magnifique.

Le composé qui produit ces colorations est très-probablement l'anthraquinone hydrone, combinaison beaucoup moins stable que la quinone hydrone, et qui, absorbant rapidement l'oxygène de l'air, repasse à l'état d'anthraquinone.

La formation du quinone hydrone dans ces conditions s'explique par la réaction de l'hydrogène naissant, qui se dégage dans l'acte de la fusion de l'anthraquinone avec l'hydrate potassique (KHO) sur une partie de l'anthraquinone.

L'hydrogénation de l'anthraquinone se réalise plus facilement en faisant réagir sur elle de la poudre de zinc sous l'influence d'une solution d'alcali caustique.

M. Bœttger avait remarqué que déjà, à froid, la liqueur se colore en rouge. MM. Græbe Liebermann ont approfondi la réaction et en ont fourni l'explication.

La transformation de l'anthraquinone en anthrahydroquinone devient complète en chauffant pendant quelques minutes à 100 degrés.

Si l'on n'évite point le contact de l'air, il se dépose bientôt de l'anthraquinone en un composé vert intermédiaire.

Il faut donc filtrer rapidement et précipiter la liqueur rouge par un acide à l'abri de l'air, recueillir le précipité jaune sur un filtre, l'y laver et le sécher, exécutant toutes ces opérations dans une atmosphère d'acide carbonique. Le composé jaune est difficilement soluble dans le sulfure de carbone ; il se dissout dans l'alcool et l'éther avec une coloration jaune qui présente en même temps une fluorescence verte magnifique. Ces solutions au contact de l'air ne renferment bientôt plus que de l'anthraquinone. Le composé jaune se dissout en violet dans l'acide sulfurique; mais la couleur passe rapidement au jaune, teinte de la solution d'anthraquinone dans cet acide. En contact avec une solution d'alcali caustique, la surface acquiert pour un temps assez court une très-belle coloration verte. Par dissolution dans le phénol chaud, ce composé peut être obtenu en petites aiguilles jaunes.

L'anthrahydroquinone en solution alcaline absorbe l'oxygène et réduit la liqueur de Barreswill (tartrate de cuivre dissous dans la soude caustique).

(1) Voir *Moniteur scientifique*, 15 août 1870, 1er et 15 août et 1er et 15 octobre 1871.

On obtient l'anthrahydroquinone en petite quantité en mettant à chaud une solution alcoolique d'anthraquinone en contact avec l'amalgame de sodium et un peu d'alcali caustique.

MM. Græbe et Liebermann pensent que l'anthrahydroquinone pourrait bien être incolore comme l'hydroquinone et que la couleur jaune du produit de réduction, de même que la coloration rouge de sa solution alcaline, sont dues à l'anthraquinone hydrone.

Avant de passer aux dérivés de l'anthraquinone, mentionnons encore les recettes suivantes pour la préparation de ce composé important :

1 partie d'anthracène est mélangée avec 2 1/2 parties de bichromate de potasse et 10 — 15 parties d'acide acétique concentré ; le tout est introduit dans une cornue, qu'on chauffe graduellement jusqu'à 100 degrés, et, finalement, vers 120 degrés, jusqu'à ce que tout le bichromate ait disparu et que la liqueur soit devenue d'un vert foncé ; on distille pour récupérer la majeure partie de l'acide acétique ; on ajoute alors de l'eau pour dissoudre l'acétate de chrome et l'on jette le tout sur un filtre, sur lequel reste l'anthraquinone brute.

Cette dernière, après lavage, est desséchée et purifiée par sublimation dans une cornue en verre ou en métal.

Cette opération est facilitée par l'addition à l'acide acétique d'acide sulfurique dans les proportions nécessaires pour convertir l'acétate de potasse en bisulfate et même une partie de l'acétate de chrome en sulfate de chrome.

L'on peut encore traiter 1 partie d'anthracène par environ 10 parties d'acide acétique, chauffer à 100 degrés, et ajouter graduellement de l'acide nitrique de 1.3, pesanteur spécifique, jusqu'à ce que la réaction oxydante soit terminée.

On distille alors pour récupérer en partie l'acide acétique. Au résidu dans la cornue on ajoute de l'eau pour précipiter l'anthraquinone brute, qui, après lavage et dessiccation, est purifiée par sublimation.

DÉRIVÉS DE L'ANTHRAQUINONE.

Bibromanthraquinone $C^{14}H^{6}Br^{2}O^{2}$.

Ce composé peut être obtenu par l'action directe du brome à 100 degrés sur l'anthraquinone. A cet effet, l'on réduit une quantité d'anthraquinone correspondant à la formule $C^{14}H^{8}O^{2}$, en poudre fine, et on la mélange le plus intimement possible dans un tube de verre fort avec la quantité voulue de brome (4 atomes de brome). Le tube est alors scellé à la lampe d'émailleur et chauffé au bain-marie pendant un temps assez long, ou plutôt jusqu'à disparition de presque toutes les vapeurs de brôme.

La réaction s'accomplit suivant la formule :

$$\underbrace{C^{14}H^{8}O^{2}}_{\text{Anthraquinone.}} + Br^{4} = \underbrace{C^{14}H^{6}Br^{2}O^{2}}_{\text{Bibromanthraquinone.}} + H^{2}Br^{2}.$$

Le contenu du tube a changé d'aspect, et, en ouvrant ce dernier, il s'en échappe de grandes quantités d'acide bromhydrique.

La bibromanthraquinone brute est purifiée par recristallisation dans la benzine.

Ce mode de préparation présente des difficultés, parce qu'il se forme facilement dans le tube des masses dures qui soustraient une partie de l'anthraquinone à l'action du brome.

Aussi la bibromanthraquinone s'obtient-elle plus facilement au moyen du tétrabromanthracène. On chauffe dans une cornue spacieuse 1 partie en poids de ce dernier composé avec 2 parties de bichromate de potasse et 5 — 6 parties d'acide nitrique non nitreux de 1.4 pesanteur spécifique.

Au début, la réaction est très-énergique ; il se dégage beaucoup de brome et la masse se boursoufle souvent considérablement.

Dès que le dégagement de brome cesse, la réaction est terminée.

On étend d'eau, on rassemble la matière jaune claire sur un filtre, on la lave, la sèche et la fait recristalliser dans la benzine.

L'oxydation peut aussi être opérée par l'acide chromique, sous l'influence d'acide acétique concentré.

La bibromanthraquinone cristallise et se sublime en aiguilles d'un jaune clair ; elle est peu

soluble dans l'alcool, davantage dans la benzine et le chloroforme. Elle éprouve plus difficilement ces doubles décompositions que les quinones chlorées correspondantes de la benzine et de la naphtaline.

Les hydrates de potasse et de soude ne réagissent sur elle qu'au-dessus de 200 degrés. Il se forme alors comme produit final de l'alizarine, qui reste combinée à 2 molécules d'alcali sous forme d'alizarate potassique ou sodique.

$$\underbrace{C^{14}H^6Br^2(O^2)''}_{\text{Bibromanthraquinone.}} + 2(KHO) = \underbrace{C^{14}H^6(OH)_2(O)_2''}_{\text{Alizarine.}} + 2KBr$$

Cette réaction correspond exactement à la formation de l'acide chloranilique au moyen de la chloranile.

$$\underbrace{C^6Cl^4(O^2)''}_{\text{Chloranile.}} + 2(KHO) = \underbrace{C^6Cl^2(OH)_2(O)_2''}_{\text{Acide chloranilique.}} + 2KCl$$

Si l'on fait réagir l'hydrate alcalin avec précaution, la réaction peut être arrêtée dans sa phase réductrice intermédiaire, caractérisée par l'apparition d'une coloration verte intense et la précipitation en flocons verts en sursaturant avec de l'acide hydrochlorique. Le précipité vert est très-probablement la bromanthrahydroquinone correspondant à l'hydroquinone bromée ou peut-être à la combinaison de quinone et d'hydroquinone bromées.

La réaction est semblable à celle qu'éprouve l'anthraquinone sous l'influence de l'hydrate de potasse fondu ou du zinc en présence d'une solution d'alcali caustique.

Monobromanthraquinone $C^{14}HyBr(O)_2''$.

La monobromanthraquinone s'obtient par oxydation du tribromanthracène par une réaction tout à fait semblable à la précédente.

$$\underbrace{C^{14}HyBr_3}_{\text{Tribromanthracène.}} + O_2 = \underbrace{C_{14}HyBr(O)_2''}_{\text{Monobromanthraquinone.}} + Br^2$$

Elle cristallise en aiguilles jaune paille, fond à 187 degrés et se sublime sans altération en aiguilles. Elle est peu soluble dans l'alcool et dans la benzine froide, assez facilement soluble dans la benzine bouillante. Par l'action des hydrates alcalins fondus, elle ne fournit pas seulement en petite quantité le composé oxydé correspondant [$C^{14}H_7(HO)(O)_2'' = C^{14}H^8O^3$, monoxyanthraquinone, intermédiaire entre l'anthraquinone et l'alizarine], mais se convertit de suite en alizarine, puisque l'hydrate alcalin réagit dans cette circonstance comme oxydant. La réaction est tout à fait semblable à celle que les hydrates alcalins exercent sur la trichloroquinone en la convertissant en acide chloranilique.

$$\underbrace{C_6HCl_3(O)_2''}_{\text{Trichloroquinone.}} + KHO + H_2O = \underbrace{C_6Cl_2(OH)_2(O)_2''}_{\text{Acide chloranilique.}} + KCl + H_2$$

$$\underbrace{C_{14}HyBr(O)_2''}_{\text{Monobromanthraquinone.}} + KHO + H_2O = \underbrace{C_{14}H_6(OH)_2(O)_2''}_{\text{Alizarine.}} + KBr + H_2$$

La *monochloranthraquinone* $C_{14}H_7Cl(O)_2''$ n'a pas encore été préparée, le trichloranthracène $C_{14}H_7Cl_3$, dont elle dériverait par oxydation, n'ayant lui-même point encore été obtenu.

La *bichloranthraquinone* $C_{14}H_6Cl_2(O)_2''$ s'obtient d'une manière semblable à la bibromanthraquinone, par oxydation du tétrachloranthracène, au moyen d'acide nitrique ou d'acide chromique et d'acide acétique.

Elle ressemble tout à fait au composé bromé correspondant, cristallise en aiguilles jaunes, se dissout difficilement dans l'alcool et l'éther, plus facilement dans la benzine. Fondue avec l'hydrate de potasse, elle fournit de l'alizarine comme produit final.

ACTION DE L'ACIDE NITRIQUE SUR L'ANTHRACÈNE ET SES DÉRIVÉS.

L'acide nitrique n'agit que lentement et incomplétement sur l'anthracène à froid ; mais en chauffant jusqu'à l'ébullition, un acide nitrique même assez étendu réagit très-énergiquement, et, suivant la concentration de l'acide et la durée de la réaction, on obtient un mélange de produits très-divers, comme le prouvent les expériences de MM. Laurent et Anderson.

Ce sont principalement des matières résineuses, des produits oxydés de l'anthracène, par exemple l'anthraquinone; enfin, des produits nitrés, soit de l'anthracène, soit de l'anthraquinone.

Ces différents corps sont très-difficiles à séparer et l'on ne connaissait même aucun dérivé nitré de l'anthracène avant le beau travail de M. Bolley, dans lequel il indique une méthode générale, élégante et facile, pour préparer ces composés.

Cette méthode consiste à attaquer les hydrocarbures, les phénols, naphtols, etc., en solution alcoolique par l'acide nitrique pas trop concentré.

Mononitroanthracène $C^{14}H^{9}NO^{2}$.

D'après MM. Bolley et Tuchschmidt (*Schweiz. Polyt. Zeitschr.*, 1870, XV, p. 139), ce composé s'abtient en dissolvant 1 partie d'anthracène dans l'alcool bouillant, ajoutant 1 partie d'acide nitrique de 1.33, pesanteur spécifique, et abandonnant le tout, pendant un temps prolongé, exposé aux rayons directs du soleil. Il se dépose peu à peu une substance cristalline rouge orange, formée d'aiguilles groupées en étoiles. On les recueille sur un filtre et on les y lave avec de petites quantités d'alcool chaud. Ces aiguilles, peu solubles dans l'alcool et la benzine, sont facilement sublimables et ressemblent alors beaucoup à de l'alizarine sublimée. Elles constituent le mononitroanthracène.

Si, au lieu d'exposer le mélange alcoolique d'anthracène et d'acide nitrique aux rayons du soleil, on le chauffe pendant quelque temps au bain-marie, la même réaction se manifeste, seulement plus rapidement et plus facilement, et l'on voit se déposer les aiguilles rouges, mélangées avec une autre substance cristalline blanche, plus facilement soluble dans l'alcool et également sublimable.

On filtre à chaud et l'on lave avec de l'alcool chaud, qui enlève la substance blanche sans dissoudre sensiblement le mononitroanthracène.

Ce dernier est extrêmement peu soluble dans presque tous les dissolvants ordinairement en usage. Il se dissout cependant dans l'acide sulfurique chaud avec une teinte bleu violacé, laquelle disparaît de nouveau en versant la solution dans de l'eau froide.

La matière blanche cristalline se forme surtout en abondance lorsqu'on emploie un excès d'acide nitrique. En ajoutant de l'eau aux liqueurs alcooliques, elle est précipitée presque complétement.

Elle renferme d'après l'analyse environ 10.50 pour 100 d'azote et pourrait par conséquent bien être le *binitroanthracène* $C^{14}H^{8}N^{2}O^{4}$, qui contient 10.44 pour 100 d'azote.

Le *mononitroanthracène* $C^{14}H^{9}NO^{2}$ (dont on obtient environ 80 pour 100 du poids de l'anthracène employé) se laisse facilement réduire par l'hydrogène naissant, en donnant naissance à un dérivé amidé de l'anthracène. En effet, en le chauffant au contact du zinc en poudre et d'une solution de potasse ou de soude caustique, la liqueur se colore d'abord en rouge foncé, puis en jaune, et par le traitement subséquent par l'alcool, par l'addition d'eau et d'acide chlorhydrique, précipite une substance blanche, insoluble dans l'eau, facilement soluble dans l'alcool et la benzine, et qui se sublime en paillettes incolores.

D'après des observations récentes de M. le docteur Tuchschmidt, le rendement en mononitroanthracène rouge varie, suivant les espèces d'anthracène, de 10 — 50 pour 100; certaines espèces d'anthracène, fournies par M. Marquart, de Bonn, n'ont même donné que des traces du produit rouge et il ne se déposait que des produits nitrés blancs dont la séparation offre beaucoup de difficultés.

Les paillettes blanches paraissent être constituées surtout par deux substances; l'analyse de l'une correspond à la formule du mononitroanthracène $C^{14}H^{9}NO^{2}$, tandis que l'autre est le binitroanthracène $C^{14}H^{8}N^{2}O^{4} = C^{14}H^{8}(NO^{2})^{2}$.

D'après cela, il existerait deux mononitroanthracènes, l'un rouge, l'autre blanc, ce qui ferait présumer l'existence de deux anthracènes [dont l'un pourrait être le phosène et l'autre le photène de M. Fritzsche. E. K.], puisque, suivant la qualité de l'anthracène employé, l'on obtient tantôt l'un, tantôt l'autre des produits mononitrés en quantités prédominantes, et que même l'un d'eux (le rouge) peut manquer complétement.

M. Tuchschmidt a également examiné le produit de réduction du mononitroanthracène

rouge par le zinc et une solution alcaline caustique. Le produit brut est une matière résineuse brune, dont on extrait par sublimation des aiguilles cristallines incolores.

Ce composé peut également être obtenu en aiguilles incolores assez longues en laissant refroidir une solution chaude alcoolique ou benzolique.

Il fond à 275 degrés. Son analyse conduit à la formule $C^{28}H^{12}N^2O = \left\{ \begin{matrix} C^{14}H^6N \\ C^{14}H^6N \end{matrix} \right\} O$. Ce serait donc l'*azooxyanthracène*.

Ce corps se dissout dans l'acide sulfurique concentré, mais, par l'addition d'eau, s'en sépare de nouveau sous forme de poudre blanche amorphe. En chauffant la solution sulfurique, il se produit un acide sulfoconjugué soluble. L'azooxyanthracène est également soluble dans l'acide nitrique concentré ; par le refroidissement, il s'en sépare des aiguilles jaunâtres d'une substance non encore analysée.

En étudiant l'action de l'acide nitrique sur l'anthracène (probablement encore impure), Laurent fit les observations suivantes :

En faisant bouillir l'anthracène pendant un temps peu prolongé avec l'acide nitrique, il y eut une vive réaction avec dégagement d'abondantes vapeurs nitreuses; on vit surnager une masse résineuse rougeâtre composée en majeure partie d'un composé nitré, qui fut purifié par cristallisation dans l'éther bouillant.

Laurent assigne à ce composé la formule $C^{15}H^{10}(NO^2)^2$; (c'était très-probablement un mélange de mono et de dinitroanthracène $C^{14}H^9NO^2$ et $C^{14}H^8N^2O^4$).

Il lui assigne les propriétés suivantes :

Le composé cristallise en longues aiguilles d'un jaune orangé, insolubles dans l'eau, un peu solubles dans l'alcool bouillant, fort solubles dans l'éther chaud.

Chauffé doucement dans un petit tube, il fournit un sublimé cristallin jaunâtre (probablement de l'anthraquinone); en chauffant brusquement, il y a explosion.

L'acide sulfurique dissout la substance avec coloration brune.

Une solution alcoolique bouillante de potasse ou de soude caustique l'attaque en se colorant en brun rouge; les acides précipitent de la solution alcaline une matière brune.

Dans une autre série d'expériences, où Laurent ne put opérer que sur une petite quantité d'anthracène (4 à 5 grammes) qu'il soumit pendant quelques minutes à l'action de l'acide nitrique, il obtint une masse résineuse rougeâtre dans laquelle on reconnaissait à la loupe de petites aiguilles.

Il la sépara par un traitement à l'éther en trois produits :

A, difficilement soluble dans l'éther, jaune, fusible à une haute température, se concrétant par le refroidissement en une masse foncée présentant de longues aiguilles ; en chauffant plus fortement, il se dégage une fumée qui dépose des aiguilles cristallines (anthrachinone) ; en chauffant brusquement, il y a décomposition.

La matière est peu soluble dans l'alcool et l'éther bouillant ; par le refroidissement, cristallisant de petits prismes terminés par deux pointes.

L'eau précipite la matière de sa solution sulfurique ; elle est, en outre, facilement attaquée par une solution alcoolique chaude de potasse caustique. Laurent lui assigne la composition $C^{15}H^9NO^3$ (c'était probablement du mononitroanthracène mélangé d'anthrachinone).

B, moyennement soluble dans l'éther.

Matière orange, insoluble dans l'eau, un peu soluble dans l'alcool bouillant d'où elle se dépose en poudre à peine cristalline ; fusible à une température assez élevée et se concrétant en une masse formée de longues aiguilles.

Chauffée doucement, elle fournit un sublimé jaune (anthrachinone).

Chauffée brusquement, il y a décomposition ignée.

L'acide sulfurique le dissout en coloration brune; l'addition d'eau en précipite des flocons. Elle est attaquée par la potasse alcoolique bouillante qui se colore en brun rouge et laisse déposer, par saturation avec un acide, des flocons bruns ulmiques.

Laurent lui assigne la formule $C^{15}H^{10}(NO^2)^2$.

(Ce produit était probablement un mélange de mono et dinitroanthracène, comme la matière décrite plus haut.)

C, facilement soluble dans l'éther.

Matière orange, résineuse, facilement fusible, fournit, par la distillation ménagée, des vapeurs acides et un sublimé cristallin (anthraquinone), en laissant beaucoup de charbon. Chauffée brusquement, se décompose complétement.

Laurent lui assigne la formule $C^{30}H^{24}N^6O^{15}$.

(C'était évidemment un mélange de plusieurs substances mal définies.)

Les résidus provenant de la purification des trois produits précédents furent traités pendant plusieurs heures par l'acide nitrique bouillant, jusqu'à dissolution complète.

Au bout de vingt-quatre heures, la liqueur se remplit d'aiguilles presque blanches qui, après lavage avec l'alcool, furent desséchées.

Ce produit, auquel Laurent assigne la formule $C^{15}H^9NO^4$, est jaunâtre, insoluble dans l'eau, moins soluble dans l'alcool et l'éther que les produits précédents, fusible, cristallisable en aiguilles par refroidissement.

En chauffant doucement, il dégage une matière floconneuse, cristalline et laisse un résidu charbonneux. En chauffant brusquement, il y a décomposition ignée.

Ce produit était très-probablement le composé $C^{14}H^7(NO^2)O^2$, c'est-à-dire le mononitroanthraquinone $= C^{14}H^7NO^4$.

Nous avons déjà mentionné que l'anthracénuse de Laurent, de même que les différentes matières cristallines obtenues par sublimation et décomposition des produits précédents, ne sont autre chose que l'anthraquinone $C^{14}H^8O^2$.

En faisant bouillir l'anthracène pendant plusieurs jours avec un acide nitrique étendu d'eau (de 1.2 pesanteur spécifique ou de 26° Baumé), M. Anderson (1) obtint une masse résineuse qui, par le refroidissement, devint dure et grenue, et renfermait comme produit principal de l'anthraquinone qu'il purifia par lavage avec de l'eau, recristallisa dans l'alcool ou la benzine, et, finalement, par sublimation.

On peut même tout simplement faire l'opération dans une cornue, distiller à siccité pour chasser l'excès d'acide nitrique, et chauffer ensuite plus fortement jusqu'à sublimation de l'anthraquinone.

Celle-ci se sublime seule sans altération, tandis que tous les autres produits secondaires se détruisent.

Mais, si l'on veut opérer ainsi, il faut se garder de faire usage d'un acide nitrique concentré, parce qu'il pourrait se produire une quantité plus considérable de produits nitrés qui, lors de la sublimation, se décomposeraient avec ignition et avec destruction même d'une grande partie de l'anthraquinone.

En effet, M. Anderson a déjà fait observer qu'en employant un acide nitrique de 1.4, pesanteur spécifique (44° Baumé), la conversion de l'anthracène en anthraquinone se fait beaucoup plus rapidement, mais qu'il se forme en même temps une plus grande quantité de produits nitrés et secondaires.

Ayant fait bouillir de l'anthracène pendant très-longtemps avec de l'acide nitrique concentré, en ajoutant de temps à autre de l'acide nitrique fumant, il obtint une matière résineuse qui, outre l'anthraquinone, renfermait de la *binitroanthraquinone* $C^{14}H^6(NO)_2(O)_2''$ $= C^{14}H^5N^2O^6$.

Celle-ci fut isolée en traitant la masse par de petites quantités d'alcool bouillant ; par le refroidissement, il se déposa une poudre rouge à peine cristalline, dont la composition correspondait à la formule de la binitroanthraquinone.

En réunissant l'acide nitrique décanté des masses résineuses et les eaux de lavage des préparations précédentes, évaporant le tout avec précaution au bain-marie, M. Anderson obtint finalement une substance jaune cristalline, acide, qu'il désigna sous le nom d'*acide anthracénique*.

Cet acide n'a guère été étudié. M. Anderson a seulement constaté qu'il est très-soluble dans l'eau et qu'il forme avec la potasse et l'ammoniaque des sels cristallisables dont les solutions précipitent celles des sels solubles de plomb et de baryte.

---

(1) Anderson, *Ann. Chem. Pharm.*, CXXII, p. 296.

M. Fritzsche (*Journal für praktische Chemie*, CV, p. 129, CVI, p. 274), à l'occasion de la préparation de son réactif (binitroanthrachinone $C^{14}H^6(NO^2)_2O^2$), a fait connaître quelques réactions produites par l'acide nitrique dilué sur l'anthracène.

Il chauffe à 90 degrés un mélange de 500 centimètres cubes d'acide nitrique ordinaire de 1.38 — 1.40, pesanteur spécifique (40 — 44° Baumé), et de 2,500 centimètres d'eau, puis y ajoute de 10 — 15 grammes d'anthracène en poudre fine, agitant constamment pour distribuer l'hydrocarbure dans le liquide et empêcher qu'il s'agglomère ; l'anthracène se colore successivement en jaune, puis en violet rougeâtre, en jaune rougeâtre, et prend un aspect floconneux ; les flocons se rassemblent (dès qu'on cesse d'agiter) à la surface du liquide, qui fonce en couleur.

On porte alors le tout à l'ébullition, qu'on entretient tant qu'il se dégage des vapeurs nitreuses ; les flocons se colorent de nouveau en jaune clair. On filtre alors bouillant, et sur le filtre reste une substance volumineuse d'un jaune paille, formée de petites aiguilles et paillettes microscopiques, et représentant environ 90 pour 100 du poids de l'anthracène.

Le liquide filtré laisse déposer par refroidissement complet une substance d'un jaune foncé, et, après nouvelle filtration, peut resservir à diverses reprises à la même préparation.

La matière restée sur le filtre est formée principalement d'anthraquinone et du réactif.

Pour séparer ces deux produits, on dissout à chaud 1 gramme du mélange dans 1 litre d'alcool à 95 pour 100. Par le refroidissement, qu'on ne laisse pas aller au-dessous de 18° à 20° centigrades, on obtient le réactif à peu près pur en paillettes cristallines, qu'on recueille sur un filtre.

Par refroidissement complet, l'alcool dépose encore un peu de réactif, mais mélangé généralement avec quelques aiguilles d'anthraquinone.

En distillant ensuite l'alcool, il reste pour résidu de l'anthraquinone ne renfermant que peu de réactif.

M. Fritzsche n'admet pas pour son réactif le nom de binitroanthraquinone ; il le nomme oxyphotène binitré.

En traitant de l'anthracène purifié par l'acide nitrique fumant, il y a réaction extrêmement vive, la température s'élève, il se dégage en abondance des vapeurs nitreuses et chaque parcelle d'hydrocarbure tombant dans l'acide nitrique y produit un bruit semblable au fer rouge plongé dans l'eau. L'anthracène se transforme en une matière jaune d'or, cristalline, dans laquelle on distingue facilement des aiguilles brillantes, des aiguilles un peu mates et des lamelles. Cette matière est constituée principalement par un mélange d'anthrachinone et de dinitroanthraquinone très-difficile à séparer, mais reconnaissable aisément par leurs produits de réduction.

L'acide nitrique employé est lui-même coloré en jaune brun ; versé dans l'eau, il y produit un précipité cristallin abondant, également d'un beau jaune, qui renferme, outre de l'anthraquinone et de la binitroanthraquinone, une substance jaune cristalline, un peu plus soluble dans l'alcool et qui pourrait bien être de la mononitroanthraquinone.

Dinitroanthraquinone et ses dérivés.

Il est probable qu'il existe plusieurs dinitroanthraquinone isomériques et présentant des propriétés un peu différentes.

Nous avons déjà mentionné la dinitroanthraquinone impure de M. Anderson et celle pure de M. Fritzsche, obtenues toutes les deux par l'action de l'acide nitrique sur l'anthracène.

La dinitroanthraquinone s'obtient également par l'action d'un mélange d'acide sulfurique et nitrique concentrés sur l'anthraquinone.

Voici comment M. Bœttger la prépare :

1 partie d'anthrachinone est dissoute à chaud (on peut porter la température jusqu'à l'ébullition) dans 16 parties d'un mélange de parties égales d'acide sulfurique de 66° Baumé et d'acide nitrique fumant de 1.5, pesanteur spécifique.

L'anthraquinone se dissout complétement ; le liquide chaud coloré en brun jaune est versé en filet mince dans beaucoup d'eau froide, où la *dinitroanthraquinone* se dépose en flocons jaune clair et presque pure. On filtre, on lave à l'eau et l'on fait sécher.

Le composé nitré que MM. Græbe et Liebermann nomment isobinitroanthraquinone, et MM. Bœttger et Petersen dinitroanthraquinone, a pour formule :

$$C^{14}H^6N^2O^6 = C^{14}H^6(NO^2)_2O^2.$$

Il est presque insoluble dans l'eau, à peine soluble dans l'éther, difficilement soluble dans l'alcool et la benzine, un peu plus dans le chloroforme, et se déposant de cette dernière solution en cristaux microscopiques, grenus, d'un jaune pâle.

Soumise à l'action de la chaleur, la dinitroanthraquinone, qui, en poudre fine, est un peu sensible à l'influence de la lumière solaire, brunit, se ramollit, s'agglomère vers 252 degrés et sublime en partie à une température supérieure en petites aiguilles jaunes, un peu brunâtres, d'un aspect mat ; une partie considérable se carbonise.

En chauffant brusquement, il y a légère déflagration.

Une solution même concentrée de potasse caustique ne l'active pas, mais en la fondant avec de la potasse ou soude hydratée solide, il y a carbonisation partielle, avec formation d'une matière brune humique et souvent d'un peu d'alizarine.

Dans cette opération, il ne se dégage pas trop d'ammoniaque ; et en même temps un gaz qui se comporte comme l'oxygène ou le protoxyde d'azote, en rallumant un copeau de bois, présentant encore un point en ignition.

La binitroanthraquinone soumise à l'action d'agents réducteurs énergiques (stannite de soude, sulfhydrate de sodium ou d'ammonium) donne naissance à l'*orange d'anthracène*, qui n'est autre chose que la *diamidoanthraquinone* et dont la formule est $C^{14}H^{10}N^2O^2 = C^{14}H^6(NH^2)_2O^2$.

(La formation et les propriétés de ce composé ont déjà été décrites dans le *Moniteur scientifique*, 1871, liv. 345 et 346, p. 301.)

Ce composé, qui se dépose en flocons d'un rouge cinabre, de la solution bouillante de la dinitroanthraquinone dans le stannite de soude, fond vers 236 degrés en un liquide rouge cerise foncé, à reflets verdâtres, après refroidissement et solidification.

Il sublime à la même température et même déjà au-dessous en magnifiques cristaux aiguillés, penniformes, également à reflets métalliques verdâtres, qui, sous le microscope, se présentent sous forme de rhombes allongés et rectangulaires.

Cette amide ne présente qu'un caractère basique extrêmement fusible et ne se dissout que fort peu dans les acides minéraux étendus et bouillants ; par le refroidissement, elle se dépose de ces solutions sous forme pulvérulente. En la fondant avec les hydrates de potasse et de soude, il se forme une quantité considérable d'alizarine.

La diamidoanthraquinone devient très-électrique en la broyant.

ACTION DE L'ACIDE NITREUX SUR LA DIAMIDOANTHRAQUINONE.

Cette action a été étudiée par MM. Bœttger et Petersen.

En faisant passer un courant de gaz nitreux dans une solution d'orange d'anthracène dans l'alcool, la couleur de la solution passe, du rouge hyacinthe, d'abord au violet, enfin au brun jaunâtre, et il se dépose quelques légers flocons brunâtres. En ajoutant de l'eau, il se dépose des flocons jaunâtres qui ne sont autre chose que de l'anthraquinone $C^{14}H^8O^2$ régénérée.

En substituant à la solution alcoolique de l'orange d'anthracène une solution dans l'éther ordinaire ou dans l'éther acétique, qui, à la vérité, ne dissolvent que de petites quantités de diamidoanthraquinone, l'acide nitreux précipite presque immédiatement une quantité proportionnelle d'une poudre ténue, d'un brun violacé, qu'on filtre, lave avec de l'éther et fait sécher rapidement, autant que possible à l'abri du contact de l'air. Cette matière a pour formule $C^{14}H^8N^4O^4$.

Elle peut être considérée de plusieurs manières, par exemple, comme :

Dinitrosoamidoanthraquinone $C^{14}H^6\left[N\left\{\begin{matrix}NO\\H\end{matrix}\right.\right]^2O^2$, ou comme :

Dioxyimidoamidoanthraquinone $C^{14}H^6\left[N\left\{\begin{matrix}NH\\O\end{matrix}\right.\right]^2O^2$, ou comme :

Tétrazoanthraquinone hydrate $C^{14}H^6[N_2OH]^2O^2$.

Ce composé $C^{14}H^8N^4O^4$ est soluble non-seulement dans l'alcool, mais même dans l'eau froide avec une belle couleur rouge violette.

En abandonnant ces solutions et surtout en les portant à l'ébullition, il y a décoloration, et en même temps il se précipite, à côté d'un produit brun non étudié, de l'orange d'anthracène régénéré, en flocons rouges. On n'observe pas de dégagement d'azote sensible.

En traitant le même composé $C^{14}H^8N^4O^4$ avec une solution d'alcali caustique, la coloration bleue violacée passe de suite au brun en même temps qu'il y a dégagement d'un gaz.

Enfin, en le chauffant vers 70 degrés, il se décompose brusquement avec légère détonation et dépôt abondant d'un charbon volumineux.

En traitant la diamidoanthraquinone (l'orange d'anthracène) dissoute dans le chloroforme (où elle est plus soluble) par l'acide nitreux, NHO^2, il se dépose un corps brun, presque insoluble dans l'eau (mais s'y altérant lentement en produisant un faible dégagement de gaz azote), en partie soluble dans l'alcool, avec coloration brun clair, et dont la composition peut être représentée par la formule $C^{14}H^6N^6O^6$.

On peut la considérer comme tétrazoanthraquinone nitrite $C^{14}H^6[N^2NO^2]^2O^2$.

En effet, ce composé est très-instable et dégage continuellement des vapeurs nitreuses, soit au contact de l'air, soit en vase clos.

En contact avec une solution d'alcali caustique, il se décompose en noircissant et dégageant assez abondamment du gaz azote.

Chauffé, il se décompose brusquement en détonant assez fortement avec dépôt de charbon.

Les deux composés azotés dont il vient d'être question, $C^{14}H^8N^4O^4$ et $C^{14}H^6N^6O^6$, soumis à l'action d'une solution chaude et très-concentrée d'alcali caustique, ou, mieux encore, fondus avec les hydrates alcalis, produisent, avec forte effervescence, une quantité considérable du dihydroxylate correspondant, c'est-à-dire d'alizarine.

En les faisant bouillir avec de l'alcool et de l'acide nitrique, on voit se régénérer de l'anthracène, accompagnée de quelques autres produits de décomposition.

MM. Bœttger et Petersen, en faisant réagir un fort courant de gaz nitreux sur une solution d'orange d'anthracène dans l'éther acétique, ont obtenu dans une de leurs expériences une substance brune, résineuse, très-azotée, qui déjà, lors du broyage, détonait violemment avec dépôt de beaucoup de charbon très-volumineux.

L'analyse (qui se passe un peu tumultueusement, malgré la grande division de la matière) fournit des nombres se rapprochant un peu de la formule $C^{14}H^6N^6O^8$, d'après laquelle ce composé pourrait être envisagé comme un

Tétrazoanthraquinone nitrate $C^{14}H^6(N^2NO^3)^2O^2$.

Les relations entre les composés qui précèdent pourront donc être représentées de la manière suivante :

$$\text{Anthraquinone } C^{14}H^8O^2 = C^{14}H^6O^2\left\{\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right.$$

$$\text{Dinitroanthraquinone } C^{14}H^6N^2O^6 = C^{14}H^6O^2\left\{\begin{matrix}NO^2\\NO^2\end{matrix}\right.$$

$$\text{Diamidoanthraquinone } C^{14}H^{10}N^2O^2 = C^{14}H^6O^2\left\{\begin{matrix}NH^2\\NH^2\end{matrix}\right.$$

$$\text{Tétrazoanthraquinone hydrate } C^{14}H^8N^4O^4 = C^{14}H^6O^2\left\{\begin{matrix}N^2OH\\N^2OH\end{matrix}\right.$$

$$\text{Tétrazoanthraquinone nitrite } C^{14}H^6N^6O^6 = C^{14}H^6O^2\left\{\begin{matrix}N^2NO^2\\N^2NO^2\end{matrix}\right.$$

$$\text{Tétrazoanthraquinone nitrate } C^{14}H^6N^6O^8 = C^{14}H^6O^2\left\{\begin{matrix}N^2NO^3\\N^2NO^3\end{matrix}\right.$$

ACTION DE L'ACIDE SULFURIQUE CONCENTRÉ SUR LE DINITROANTHRAQUINONE.

Cette réaction ressemble sous beaucoup de rapports à celle que l'acide sulfurique exerce sur la binitronaphtaline et dans laquelle la naphtazarine prend naissance.

Lorsqu'on dissout 1 partie d'anthraquinone $C^{14}H^8O^2$ dans 16 à 18 parties d'acide sulfu-

rique et qu'on chauffe, on remarque que, vers 200 degrés, il commence à se dégager assez abondamment du gaz sulfureux ; en même temps, la couleur du liquide vire du jaune brun au brun rouge foncé. La réaction devient de plus en plus vive, aussi faut-il cesser de chauffer pendant quelque temps ; lorsqu'elle s'est calmée, on chauffe de nouveau avec beaucoup de précaution, jusqu'à ce que le dégagement d'acide sulfureux ait entièrement cessé.

On laisse refroidir un peu le tout et l'on verse ensuite le liquide en filet mince dans de l'eau froide. Il s'y dépose des flocons d'un brun rouge foncé qu'on recueille sur un filtre, qu'on lave et qu'on dissout dans une solution faible d'alcali caustique ou même d'ammoniaque. La solution, d'un beau bleu violet foncé, est précipitée par l'acide sulfurique ou par l'acide hydrochlorique ; on répète cette opération une ou deux fois ; enfin, l'on lave une dernière fois, on fait sécher et l'on dissout le produit dans l'alcool.

Par l'évaporation de la solution alcoolique, la matière colorante qui a pour formule $C^{14}H^8N^2O^4 = C^{14}H^6O^2 \left\{ \begin{matrix} NHO \\ NHO \end{matrix} \right.$ et qu'on pourrait désigner par *diimidohydroxylanthraquinone*, se dépose en petits grains agglomérés d'un violet foncé, ou en croûtes brillantes d'un brun violacé à reflets métalliques.

Dans ce mode de purification, on sépare une substance noirâtre, ainsi qu'une matière colorante, moins soluble dans les alcalis étendus, mais qui se dissout dans les alcalis plus concentrés avec une couleur violacée presque bleue.

Le composé $C^{14}H^8N^2O^4$ peut être préparé, quoique moins pur, directement avec l'anthraquinone, en traitant celle-ci à chaud par un excès d'acide sulfurique (16 — 18 parties) et un peu d'acide nitrique (1 partie), comme l'ont observé d'abord M. Gutzkow, puis, plus tard, MM. Græbe et Liebermann.

Cette nouvelle matière colorante est peu soluble dans l'eau, qu'elle colore en couleur fleur de pêcher, facilement soluble dans l'alcool, l'éther, le chloroforme, l'éther acétique, la glycérine, un peu plus difficilement dans la benzine, en donnant des solutions d'un rouge violet magnifique.

Elle se sépare de ces solutions soit en grains cristallisés violets rougeâtres, soit en croûtes à reflets de scarabés dorés.

L'acide acétique la dissout avec une teinte rouge fuchsine, l'acide sulfurique en rouge hyacinthe, et les alcalis avec une coloration bleu violacé.

Elle teint le coton, même non mordancé, en violet.

En la traitant par le zinc et l'acide sulfurique étendu, ou par un autre réactif réducteur, la matière colorante se détruit en passant d'abord au rouge, puis au brun.

En la chauffant, elle fond en un liquide violet rougeâtre ; puis apparaissent des vapeurs rouge violacé, d'une odeur spéciale, un peu semblables à l'indigo. Mais une petite partie seulement se sublime en croûtes cristallines d'un violet rougeâtre ; la majeure partie se carbonise.

Sous l'influence des hydrates alcalins fondus, ou même d'une dissolution bouillante de potasse caustique concentrée, il se produit un boursoufflement avec dégagement abondant d'ammoniaque ; la masse reste longtemps colorée en violet bleuâtre, mais, malgré cela, ne paraît point renfermer de l'alizarine.

D'après sa composition, ce corps pourrait aussi être considéré comme de l'*alizarine biimidée*.

$$\text{Alizarine} = C^{14}H^6O^2 \left\{ \begin{matrix} HO \\ HO \end{matrix} \right. = C^{14}H^8O^4$$

$$\text{Alizarine biimidée} = C^{14}H^6 \left\{ \begin{matrix} NH \\ NH \end{matrix} \right\} O^4 = C^{14}H^8N^2O^4$$

La diimidohydroxylanthraquinone $C^{14}H^8N^2O^4$, soumise en solution alcoolico-éthérée à l'action de l'acide nitreux, on voit la coloration violette se décolorer peu à peu en passant au brun clair, en même temps qu'il se dépose quelques flocons et grains d'un brun foncé.

On chasse l'éther et une partie de l'alcool par distillation et l'on verse la solution concentrée dans beaucoup d'eau froide ; il se dépose alors des flocons résineux jaunes orangés, qu'on recueille sur un filtre et qu'on fait sécher à froid au-dessus de l'acide sulfurique, à cause de

leur facile ramollissement au bain-marie. Le produit fond facilement en un liquide brun rouge, qui, après refroidissement, représente une masse nitreuse et cassante.

A une température supérieure, la substance se sublime en répandant une odeur rappelant à la fois celle du safran et celle de l'anthraquinone, en aiguilles aplaties ou en lamelles, probablement orthorhombiques, brillantes, d'une teinte variant du jaune au rouge hyacinthe faible, et présentant, vues par réflexion, un éclat jaune verdâtre. Elles se ramollissent vers 142 degrés et ne fondent que lentement à cette température.

Elles sont presque insolubles dans l'eau, facilement solubles dans l'alcool chaud, d'où elles se déposent en petits cristaux, moins solubles dans l'éther avec une teinte jaunâtre, solubles dans l'acide sulfurique avec coloration orange, dans les solutions alcalines avec teinte rouge grisaille. En abandonnant cette solution, il s'en dépose des flocons rouge clair.

Par la fusion avec les hydrates alcalins, il se forme beaucoup d'alizarine.

Ce composé a, d'après M. Petersen, la formule $C^{14}H^7NO^5$, et serait l'*oxyimidohydroxylanthraquinone* :

$$C^{14}H^7NO^5 = C^{14}H^6 \left\{ \begin{matrix} NH \\ O \end{matrix} \right\} O^4 = C^{14}H^6O^2 \left\{ \begin{matrix} NH \\ O \end{matrix} \right\} O^2.$$

Le composé $C^{14}H^8N^2O^4$ (l'alizarine binitrée), traité par l'acide nitrique concentré, se décolore subitement; la solution devient rouge brun et laisse déposer, par l'addition d'eau froide, des flocons jaune orangé, d'une matière nitrée, très-électrique, se dissolvant dans la potasse caustique avec une couleur violette rougeâtre peu intense.

Cette matière serait, d'après M. Petersen, la *dinitrodihydroxylanthraquinone :*

$$C^{14}H^6N^2O^8 = C^{14}H^6O^2 \left\{ \begin{matrix} NO^2 \\ NO^2 \end{matrix} \right\} O^2.$$

(*La suite prochainement.*)

NOTICES CHIMIQUES
DU
LABORATOIRE TECHNIQUE DU POLYTECHNICUM DE ZURICH.

Action de l'oxygène sur une dissolution alcaline d'alizarine.

Par M. Auerbach.

L'on a remarqué dans différentes fabriques qu'une dissolution alcaline d'alizarine exposée à l'air pendant longtemps perdait considérablement de son pouvoir colorant. M. le professeur Kopp, se basant sur cette observation, me chargea de faire une recherche sur l'action qu'exerce l'oxygène sur une dissolution alcaline d'alizarine.

Le point de départ de la recherche fut la pâte d'alizarine des frères Gessert, à Elberfeld; cette pâte se présente sous forme d'un liquide épais contenant environ 10 pour 100 de matière solide ; 125 grammes de ce produit évaporés à sec au bain-marie donnent 11 gr. de substance solide, et ces 11 grammes produisent par sublimation un mélange d'aiguilles jaune clair et orangé : tandis qu'un charbon brillant constitue un résidu assez considérable. Si l'on traite ce sublimé par la soude caustique très-délayée, l'alizarine se dissout, la partie insoluble contient les cristaux jaune clair. En lavant ce résidu avec de l'eau, et séchant, l'on obtient de petites aiguilles jaunes d'un éclat soyeux, solubles complétement dans l'alcool bouillant; cette dissolution, chauffée à l'ébullition avec de la potasse caustique alcoolique, produit une coloration violette. Ces aiguilles, traitées par un mélange d'acide azotique fumant et d'acide sulfurique, se dissolvent complétement par l'action d'une faible chaleur; cette dissolution, versée dans beaucoup d'eau, donne des flocons jaune blanc, qui, traités à leur tour par le sulfure d'ammonium, fournissent l'orange d'anthracène. Par conséquent, ces aiguilles jaunes sont de l'antrachinone; elles ne colorent pas les mordants.

La dissolution d'alizarine dans la soude caustique fut divisée en deux parties, qui furent traitées séparément : l'une fut soumise à l'action de l'air, l'autre à l'action de l'oxygène.

A. — *Solution alcaline soumise à l'action de l'air.*

Cette dissolution est introduite dans un cylindre étroit et haut, fermé au moyen d'un bouchon percé de deux trous; par l'un passe un tube de verre allant jusqu'au fond du cylindre, servant à conduire l'air à travers la colonne liquide; par l'autre passe aussi un tube se terminant immédiatement au-dessous du bouchon; par ce tube, l'appareil fut mis en communication avec un aspirateur de Bunsen.

Un courant d'air assez fort traversa pendant trois jours la dissolution, qui, au bout de peu de temps se colora en rouge, vue par transmission. En filtrant le liquide, on obtient un résidu très-faible, soluble dans l'eau de lavage; le liquide filtré, traité par l'acide chlorhydrique, laisse déposer des flocons jaunes, et ne reste que faiblement coloré. Ces flocons jaunes, recueillis sur un filtre et séchés, donnèrent par sublimation des aiguilles d'alizarine, aiguilles orangées, solubles dans la soude caustique en bleu violet, colorant les mordants, et se comportant comme l'alizarine pure.

La dissolution, séparée des flocons jaunes par filtration, évaporée au bain-marie (à sec) laisse un résidu de chlorure de sodium, mélangé à une substance brunâtre. Par évaporation de l'extrait alcoolique de ce résidu, l'on obtient une masse brune, amorphe, attirant l'humidité de l'air, donnant avec la soude caustique une faible coloration d'un brun sale, sans s'y dissoudre, et ne colorant pas la toile mordancée. Malheureusement, cette substance était en si petite quantité, qu'une recherche plus approfondie était impossible.

B. — *Action de l'oxygène sur la seconde partie de la dissolution d'alizarine.*

Cette dissolution fut introduite dans une bouteille à deux tubulures; par l'une passe un tube allant jusqu'au fond du liquide, et qui sert à y introduire l'oxygène; par l'autre pénètre un tube plus large rempli de fragments de verre, et dont la partie inférieure étirée atteint aussi jusqu'au fond du liquide; ce tube est mis en communication par sa partie supérieure avec un gazomètre plein d'eau. L'oxygène arrivant sous pression sur le liquide, celui-ci est forcé de pénétrer dans le tube rempli de fragments de verre, et d'offrir ainsi une plus grande superficie au gaz. Au bout de peu de temps, le liquide se colora en rouge, et une partie de l'oxygène fut absorbée.

Comme, après un jour d'action de l'oxygène, il ne s'était pas formé de précipité, l'on conduisit encore pendant plusieurs jours de l'air à travers la dissolution d'alizarine.

Pendant le troisième jour, l'air du laboratoire ayant contenu un moment des vapeurs acides, il se forma un précipité jaune cristallin. Ce corps, recueilli sur un filtre, lavé avec de l'eau, fut séché et sublimé; il se dissout dans la soude caustique en bleu violet, en ne laissant qu'un très-faible résidu jaune clair; il colore les mordants, et semble n'être, par conséquent, que de l'alizarine pure. L'on fit passer encore pendant cinq jours de l'air dans la dissolution filtrée, sans qu'il se formât de précipité.

Il fut alors ajouté à la dissolution de l'acide sulfurique, jusqu'à la décoloration; le précipité jaune floconneux fut recueilli, séché et lavé, tandis que le liquide filtré était évaporé à siccité. Le précipité donna par sublimation des cristaux rouge orange, solubles dans la soude caustique en bleu violet, colorant les mordants de la même couleur que l'alizarine, et n'étant par conséquent que de l'alizarine non modifiée.

Le liquide filtré, qui avait été évaporé à sec, épuisé par l'alcool, donna de nouveau une fort petite quantité de la substance brune, ne colorant pas les mordants.

L'on peut conclure de cette expérience que l'action de l'oxygène est extrêmement faible, si toutefois, même, la substance brune n'a pas pris naissance par d'autres causes.

L'atmosphère, soit d'un laboratoire d'université, soit d'une fabrique, étant toujours chargée de quantités assez considérables d'acide carbonique, l'on pouvait attribuer la coloration rouge de la dissolution à l'acide carbonique de l'air. Je fis alors dissoudre un peu d'alizarine dans du carbonate de soude, et j'obtins immédiatement une dissolution rouge.

Afin de constater plus exactement l'action de l'acide carbonique, je traitai par ce gaz, de la manière suivante, une plus grande quantité de pâte d'alizarine.

Cinquante grammes de pâte d'alizarine furent dissous dans une quantité correspondante de soude caustique; après filtration, l'on fit passer dans cette dissolution, pendant plusieurs

jours, du gaz CO^2. Ce gaz fut rapidement absorbé; au bout de peu de temps, la dissolution devint rouge; il se forma un précipité rouge, tandis que l'alizarine, sous forme de croûtes jaunes, se déposait sur les parois du vase.

Ce précipité rouge, recueilli sur un filtre, lavé plusieurs fois avec de l'eau, se dissout partiellement, car il n'est insoluble que dans le bicarbonate de soude. Le résidu pressé est décomposé par un acide minéral; pendant cette réaction, la couleur rouge passa à la plus belle couleur orange, et il n'y eut qu'une très-petite effervescence. Ce précipité orangé, lavé, séché et sublimé, me donna de belles aiguilles de même couleur, complétement solubles en violet dans la soude caustique, et se comportant comme l'alizarine à l'égard des mordants.

Une partie du sublimé fut dissoute dans la soude caustique, et par adjonction de chlorure de baryum ($BaCl^2$) à cette dissolution, transformée en laque de baryte bleu violacé, qui fut lavée avec de l'eau et séchée. Pendant le lavage de cette laque de baryte, je remarquai qu'elle ne se dissout pas dans l'eau, aussi longtemps qu'il y a encore du $BaCl^2$ libre; elle s'y dissout, par contre, en petite quantité, aussitôt que le $BaCl^2$ a été enlevé par le lavage. La laque de baryte desséchée fut extraite par le benzol; en évaporant ce liquide, il n'y eut point de résidu.

De même, l'alizarate de baryte soumis à la distillation sèche ne donna point de sublimé; l'alizarine était par conséquent exempte d'antrachinone.

Le liquide filtré de l'alizarine, précipité par l'acide sulfurique, qui contient encore un peu d'acide libre, est évaporé jusqu'à consistance sirupeuse, et ensuite extrait par l'alcool. Par évaporation de l'alcool, l'on obtient un résidu brun clair. Ce résidu est chauffé à l'ébullition avec $BaCo^3$ et $Ba(OH)^2$ en dissolution; après filtration, la dissolution jaune est évaporée. Il reste ainsi un résidu jaune rouge, qui, avec NCl sépare des flocons jaunes, en partie solubles dans la soude caustique avec coloration rouge, et en partie insolubles, et qui consistent peut-être en acide anthraflavique découvert par Schmuck, et en antrachinone. Le résidu de la dissolution alcoolique, traité par un excès de $Ba(OH)^2$ se colore en violet, ce qui dénote la présence d'un reste d'alizarine libre.

C. — Liquide filtré du précipité produit par le gaz Co^2.

Ce liquide, encore faiblement coloré en rouge, est traité par l'acide sulfurique, ce qui occasionne d'abord un fort dégagement de Co^2, puis, la formation d'un petit précipité brun sale. Ce précipité, séparé par filtration et séché, fournit par sublimation des cristaux jaunes ne se dissolvant pas entièrement dans NaOH et qui sont par conséquent de l'alizarine impure.

Par évaporation à sec du liquide filtré, l'on obtient du sulfate de soude (Na^2So^4) mélangé à une substance brune; l'extrait alcoolique de cette substance, évaporé, laisse un sirop brun foncé ne se dissolvant que partiellement dans la soude caustique, avec coloration rouge sale. A ce sirop, neutralisé par $BaCo^3$, l'on ajoute $Ba(OH)^2$ à chaud, et l'on filtre; le liquide filtré est rouge brun.

Le sulfate de baryte qui s'est séparé est encore un peu coloré en rouge, ce qui provient d'une petite quantité d'alizarate de baryte. Séché et soumis à la chaleur, il ne donne pas de traces d'un sublimé.

Le liquide filtré rouge est évaporé, puis séparé par filtration de $BaCo^3$ et soumis à une évaporation lente. Il reste un corps rouge brun, qui, par distillation sèche, ne donne que des traces d'un sublimé, accompagné d'une huile aromatique; le sublimé et le corps oléagineux, vu leur faible quantité, ne purent être analysés.

Si l'on chauffe de l'alizarine pure dans un courant de Co^2, elle sublime sans résidu. Cette opération fut faite dans un tube de verre ordinaire; celui-ci se colora en violet, aux places ou il avait été chauffé en contact avec l'alizarine en sublimation. Il fallait s'assurer que cette coloration ne provenait pas d'une réduction du manganèse du verre; une recherche de ce métal n'en dénota pas la présence dans le verre.

La coloration rouge qui prend naissance quand une dissolution alcaline d'alizarine est abandonnée longtemps à l'air ne provient donc ni de l'action de l'oxygène de l'air, ni d'un composé de l'alizarine en acide anthraflavique; elle est occasionnée par la formation de carbonate de soude, dans lequel l'alizarine se dissout avec coloration rouge.

Le peu de solubilité de l'alizarine dans le bicarbonate de soude nous offre une nouvelle méthode peu coûteuse pour extraire cette matière colorante pure de la pâte d'alizarine.

A cet effet, on dissout la pâte brute d'alizarine dans une solution de soude caustique pas trop concentrée; on filtre, pour séparer des matières insolubles (anthrachinone, anthracène, etc.). Dans la solution, on fait passer un excès de gaz Co^2. L'alizarine se précipite, en même temps que du bicarbonate et de l'alizarate de soude. On jette sur toile, on lave avec un peu d'eau froide, on exprime et l'on traite le produit purifié par les acides HCl ou So^3H^2 étendus d'eau. L'alizarine précipitée, après lavage complet et séchage, est parfaitement pure.

MÉMOIRE SUR LE DÉTERMINISME DANS LES PHÉNOMÈNES DE LA VIE.

Par M. Fernand Papillon.

Suite et Fin. — Voir nos numéros des 1er et 15 octobre, p. 761-765.

V. — Des investigations conformes au déterminisme.

Considérons d'abord les conditions les plus extérieures de la vie, c'est-à-dire les éléments divers du milieu dans lequel nous sommes plongés, à savoir les facteurs cosmiques, météorologiques et atmosphériques. Tous ces facteurs ont une influence incontestable sur la vie. Bichat a fait voir l'ensemble des intermittences physiologiques qui résultent du mouvement de rotation diurne de notre planète. A coup sûr si cette rotation s'accélérait, les lois biologiques en seraient notablement modifiées. Si la forme de notre globe était différente, si, par exemple, l'ellipse terrestre augmentait d'excentricité, les milieux gazeux éprouveraient à des époques très-rapprochées des variations telles que la vie y prendrait une autre physionomie; si l'obliquité effective du plan de l'orbite changeait dans ses rapports avec l'axe de rotation, l'ordre des climats serait bouleversé et avec lui la loi de distribution des espèces vivantes. Sans doute l'expérience n'a pas de prise sur ces problèmes, mais il suffit de les poser pour montrer la subordination trop méconnue de la vie aux conditions en apparence les plus éloignées. Il est intéressant de remarquer qu'on trouve, au fond des anciennes chimères de l'astrologie touchant l'influence physiologique des astres, un sentiment confus et vague de cette liaison si réelle de la vie et des mouvements célestes, liaison qui est la première vue d'une saine doctrine du déterminisme.

Parmi les questions de ce genre dont l'étude directe est peut-être permise, il en est une que nous devons examiner ici, tant à cause de son importance spéculative qu'à cause des conclusions précieuses pour la pratique qu'on en tirera certainement dans l'avenir. Il s'agit des variations de la pression atmosphérique dans ses rapports avec la vie. Celle-ci est-elle possible à des pressions soit supérieures, soit inférieures à la pression normale, et comment supporte-elle de pareils changements? C'est à quoi on peut aujourd'hui répondre, en s'appuyant sur une série d'expériences dues à un physiologiste habile qui ne craint pas de se laisser guider en ses recherches par un sentiment doctrinal fort élevé. C'est de M. Paul Bert que nous voulons parler.

Concernant les pressions inférieures à la normale, M. Bert a reconnu que la pression *minima* compatible avec la vie est chez les oiseaux de 18 centimètres, et de 12 chez les mammifères. A l'abaissement de la pression correspond chez l'animal une diminution notable de l'activité des phénomènes respiratoires et par suite de la température. Plus la pression baisse, plus la quantité d'acide carbonique expiré décroît. Cela est fort simple. Touchant les pressions supérieures le problème se complique. Ici aussi la respiration devient plus malaisée et le feu de la vie tend à s'éteindre; mais le genre d'asphyxie est différent. Quelle que soit d'ailleurs la pression, la mort arrive chez les animaux placés dans un récipient de 1 litre, au moment où ils y ont émis de 250 à 300 centimètres cubes d'acide carbonique. A ce moment la pression du gaz carbonique dégagé étant suffisante pour empêcher désormais l'excrétion du gaz

intérieur, ce dernier s'accumule dans le sang. Mais à mesure que le gaz carbonique augmente dans le sang, l'oxygène y diminue. Il diminue aussi dans l'air ambiant, et, lorsque l'animal succombe, la proportion d'oxygène contenu dans le milieu n'est plus que de 25 ou 35 centimètres cubes pour un litre. M. Bert n'a pas encore déterminé quelle est, dans le sang, la quantité *maxima* d'acide carbonique qui fait équilibre à la proportion de 25 à 30 pour 100 de ce gaz dans l'air extérieur ni la quantité *minima* d'oxygène qui correspond à la fraction de 2.5 à 3.5 pour 100 d'oxygène renfermé dans le même milieu. Chemin faisant, M Bert a constaté plusieurs particularités qui lui semblent de nature à fournir des lumières à la pathogénie des maladies du cœur et du poumon.

Nous sommes convaincu que non-seulement la pathogénie, mais aussi la thérapeutique des affections des organes respiratoires, profitera des recherches de M. Bert. On ne peut s'empêcher de présumer que, soumis à l'effet plus ou moins continu d'une pression soit inférieure soit supérieure à la pression normale — tout cela est à chercher — ces organes malades en seront affectés d'une manière bienfaisante.

L'étude des variations de la température n'a pas moins d'importance que celle des changements de pression. L'animal produit de la chaleur qui lui est indispensable pour lutter contre les causes de refroidissement, et pour assurer le jeu régulier de ses fonctions motrices. Soit que la température extérieure s'abaisse, soit qu'elle s'élève, il ressent l'effet de ce variations. Quand celles-ci dépassent certaines limites, soit *maxima*, soit *minima*, une perturbation vitale en est la conséquence, et la mort s'ensuit plus ou moins rapidement. Ces perturbations, redoutables dans l'état de santé, peuvent devenir salutaires dans celui de maladie. C'est ainsi que le froid est employé pour combattre certaines phlegmasies, en vertu de l'action qu'il exerce sur les globules du sang. C'est ainsi qu'une haute température a pu récemment être opposée avec succès à ces affreuses contractures musculaires qui caractérisent le tétanos. — L'étude des variations de la chaleur animale dans les maladies a fourni au diagnostic et au pronostic les ressources les plus inattendues. Il s'agit maintenant, pour résoudre complétement le problème de ces variations de déterminer dans quel rapport elles sont avec les combustions respiratoires : entreprise délicate sans doute, mais abordable cependant dès aujourd'hui avec les données récentes de la thermochimie et les procédés d'investigation physiologique que nouspossédons. Certainement l'exaltation ou l'abaissement de l'activité des combustions intraorganiques jouent un role important dans les actes pathogéniques. Des lésions de nutrition pouvant amener des lésions de genèse, d'évolution, de contractilité et d'innervation, sont elles-mêmes consécutives à une perturbation d'origine thermique. On voit par là l'importance de connaître la distribution, les mouvements et les conditions d'équilibre de la chaleur dans l'économie. Mais ce problème en implique un autre dont nous traiterons plus loin.

Les variations de la lumière, dans leur connexité avec les états physiologiques, n'ont pas encore été étudiées au point de vue du déterminisme. Ici il faudrait voir ce que devient la vie sous l'influence continue d'une intensité lumineuse inférieure ou supérieure à l'intensité moyenne du jour, puis comparer les phénomènes observés à ceux qui surviennent lorsque l'animal se développe dans des milieux éclairés par des lumières autres que la blanche. Sans doute on a étudié de temps immémorial ce qui se passe quand certains animaux sont élevés dans l'obscurité, des recherches plus récentes ont établi aussi l'influence comparative de certains rayons colorés sur la vie des plantes et des bêtes; mais il y a jusqu'ici tant de divergences et même de contradictions dans les résultats obtenus, qu'on ne peut s'empêcher de réclamer de nouvelles investigations plus méthodiques. Celles-ci procureraient sans doute des connaissances applicables à la thérapeutique de certaines affections de la peau, et surtout de certaines affections oculaires. Il est évident que les milieux réfringents de l'œil et le fond de l'œil lui-même doivent être affectés différemment par les divers rayons colorés pris à des degrés variables d'intensité.

L'influence de l'électricité sur la nutrition constitue encore un des sujets d'étude les plus intéressants. MM. Legros et Onimus ont démontré récemment que chez les animaux électrisés le mouvement nutritif est plus rapide. Il convient de rechercher quelles sont les limites de l'électrisation des organes et dans quels rapports l'électricité du dehors se trouve avec les

courants intérieurs de l'organisme, découverts il n'y a pas longtemps non plus par M. Becquerel. On a déjà trouvé dans l'électrisation continue de certaines parties malades de l'organisme un moyen de guérison des plus efficaces. Plus on ira dans cette voie et plus on enrichira la thérapeutique. Vivant dans le tourbillon multiple de l'air, de l'eau, de la lumière, de la chaleur et de l'électricité atmosphériques, l'animal en est le frêle jouet. Mais c'est précisément parce que les variations de ces facteurs dérangent l'équilibre vital que des variations analogues le pourraient rétablir une fois rompu.

Passons à un autre ordre de problèmes.

Nous avons commencé il y a près de trois ans, et publié déjà en partie, des recherches sur la variation provoquée des principes immédiats dans l'économie des végétaux et des animaux. Ces recherches, qui nécessitent une grande longueur de temps, une industrie patiente et des matériaux qu'un travailleur solitaire et indépendant ne se procure pas aisément, ont un double dessein. Nous sommes curieux de savoir tout d'abord si certains principes immédiats étrangers ne pourraient pas être substitués à certains principes normaux de l'organisme. Ensuite nous voulons examiner s'il y aurait quelque moyen de réaliser à la longue, par des transformations graduelles, consécutives à un mode d'alimentation correspondant, un organisme d'une stabilité et d'un équilibre différents de ceux de l'organisme ordinaire. Il est question, en d'autres termes, de vérifier expérimentalement si la vie ne serait pas possible dans un nouveau système de principes immédiats. Outre son propre intérêt spéculatif, qui n'échappe à aucun regard clairvoyant, cette question a une importance pratique.

La méthode à suivre ici et que nous avons employée consiste à supprimer dans l'alimentation les principes que l'on veut éliminer de l'organisme et à les y remplacer par des principes nouveaux plus ou moins analogues. Mais les principes immédiats nutritifs se trouvent dans les aliments, sous la forme la plus propre à l'assimilation. Les sels minéraux y sont intimement mélangés aux matières azotées. Pour substituer à ces sels minéraux de l'alimentation ordinaire, aux phosphates de chaux par exemple, des phosphates d'une autre espèce, il est donc nécessaire, non seulement de débarrasser autant que possible les aliments des sels que l'on veut éliminer, mais aussi d'y associer de la façon la plus intime les sels nouveaux que l'on veut fixer dans l'économie, c'est-à-dire de les y introduire dans les conditions les plus propres à l'assimilation et à vaincre les habitudes et les résistances naturelles de l'organisme. En les mélangeant purement et simplement aux aliments on n'obtiendrait rien, mais en les y faisant pénétrer par la cuisson, en les y incorporant au moyen de menstrues appropriés, peut-être qu'on arriverait au but proposé. Du moins les résultats que j'ai déjà obtenus permettent de l'espérer. Il est évident aussi qu'en expérimentant sur de très-jeunes animaux chez qui le mouvement assimilatoire est à son maximum, on aurait plus de chances de modifier l'ordre et l'espèce des principes immédiats et d'opérer des transmutations dans la trame de la substance organisée. Est-il besoin maintenant d'insister sur les avantages d'une semblable entreprise ? D'abord elle fournirait le moyen de discerner nettement les variables et les constantes dont nous avons parlé plus haut. Elle permettrait d'approfondir les relations entre les poids moléculaires des principes immédiats et leur valeur nutritive. Enfin, en introduisant à un moment donné un certain principe dans l'organisme et en marquant le temps qui s'écoule entre son assimilation et sa désassimilation, on aurait un procédé exact de mesurer la *vitesse du mouvement nutritif*.

En agissant ainsi sur la composition intérieure des organes, on arriverait peut-être encore à modifier de quelque façon leur structure et même leur forme. La voie est ouverte ici à des tentatives variées plus fécondes que celles qui ont permis à M. Dareste et à d'autres physiologistes de réaliser par voie expérimentale divers types tératologiques plus ou moins déterminés (1).

Apparet domus intus, et atria longa patescunt.

Voilà selon nous la direction à donner aux études sur la nutrition, qui sont le préliminaire

(1) Nous trouvons dans les écrits de M. Claude Bernard des aperçus bien remarquables à ce sujet, et qui prouvent la pénétration clairvoyante de l'illustre physiologiste, en même temps que sa hardiesse spéculative. En voici un qui est digne de méditation :

« L'observation nous apprend que, par les actions cosmiques et particulièrement par les modificateurs

indispensable de toute physiologie positive, de toute médecine exacte. Comme le dit excellemment M. Claude Bernard : « Les physiologistes n'ont pas encore entrepris, d'une manière sérieuse, la recherche expérimentale et scientifique des phénomènes et des conditions organotrophiques » (1). Des déclarations analogues reviennent plusieurs fois dans le *Rapport sur les progrès de la physiologie*, publié, il y a quatre ans, par l'illustre physiologiste. Or, nous le répétons, cette étude des conditions organotrophiques n'est possible que dans la voie que nous venons d'esquisser. C'est en faisant varier arbitrairement un ou plusieurs des facteurs de l'équation des phénomènes nutritifs qu'on pourra plus distinctement apercevoir le jeu des autres, et finalement assigner le rôle de chacun.

Qui ne sent en effet que les phénomènes trophiqes, les actes de nutrition sont ceux dont l'étude doit être logiquement constituée avant toutes les autres? Il est impossible de se représenter un phénomène quelconque de la vie, un passage quelconque de l'état statique à l'état dynamique qui ne réponde, dans l'élément anatomique où il s'accomplit, à un accroissement correspondant du mouvement nutritif, ou plutôt à une rupture de l'équilibre sœchiologique de la substance organisée. On étudie aujourd'hui les mouvements musculaires et circulatoires, les phénomènes nerveux, etc., d'une façon trop exclusive; on enregistre, par la méthode graphique, les moindres particularités qu'ils présentent, et l'on croit quelquefois avoir par là résolu les problèmes. On a déterminé ainsi des conditions mécaniques et physiques qu'il importe assurément de connaître, mais on n'a point atteint l'intimité des choses. Il ne faudrait pas que la docilité apparente des phénomènes vitaux à se laisser traduire sous forme de schémas plus ou moins symboliques, fît oublier tout ce qu'ils contiennent d'intraduisible par de semblables procédés. Les profondeurs du microcosme se dérobent aux efforts de cette géométrie grossière. On n'en aura le secret qu'au prix d'une chimie très-perfectionnée. Les lois relatives aux fermentations lentes, aux diverses formes d'isoméries et en particulier de métamérie, à l'instabilité des molécules très-complexes se différenciant comme celles qui constituent les séries homologues, voilà ce qui permettra de concevoir les figures infinies, les courbes emmêlées des mouvements moléculaires sans lesquels aucun acte de genèse, de développement, de contractilité, d'innervation en physiologie — d'inflammation, de paralysie, d'anesthésie, de virulence, etc., en pathologie — sans lesquels aucune action thérapeutique enfin ne peuvent être scientifiquement connus.

Toutes ces choses ne seront éclaircies que dans l'avenir et dans un avenir probablement lointain. Mais les travaux du présent ne peuvent être fructueux qu'à la condition de la perception nette de la vérité idéale, précieuse étoile où le savant digne de ce nom aimera toujours à lire les destinées de l'esprit.

Les phénomènes physiologiques sont donc des fonctions compliquées de facteurs en nombre déterminé, jouant chacun un rôle déterminé, se suivant et s'engendrant dans des rapports déterminés; les uns sont contenus dans les milieux externes, les autres dans les milieux internes. La nutrition est le lien, la synthèse de ces deux ordres de facteurs.

Les effets morbides sont dus à une altération des milieux internes ou des milieux externes. De même, les effets thérapeutiques ne peuvent être obtenus que par une modification appropriée de ces milieux, comme le disait, et le prouvait si philosophiquement notre grand Broussais, qu'on a le tort de dédaigner aujourd'hui. Toute la médecine est dans l'étude des *modificateurs.*

Voilà la vraie doctrine biologique et implicitement la vraie doctrine médicale. De tout

---

de la nutrition, on agit sur les organismes de diverses façons et l'on crée des variétés individuelles qui possèdent des propriétés spéciales et constituent en quelque sorte des êtres nouveaux..... Rien ne s'oppose à ce que les modificateurs, agissant sur l'organisme vivant dans certaines conditions, puissent provoquer des changements capables de constituer des espèces nouvelles. Car nous devons concevoir les espèces comme résultant elles-mêmes d'une persistance indéfinie dans leurs conditions d'existence et de nutrition, par suite d'une direction organique antérieure évolutive qui leur a été communiquée par leurs ancêtres.

*En modifiant les milieux intérieurs nutritifs et évolutifs, et en prenant la matière organisée en quelque sorte à l'*ÉTAT NAISSANT, *on peut espérer changer sa direction évolutive, et, par conséquent, son expression organique finale.* » (CL. BERNARD, *Rapport sur les progrès de la physiologie générale*, 1867, p. 3 et 113.)

(1) *Rapport*, etc., p. 127.

temps, hormis le nôtre, les médecins ont suivi une doctrine. La science leur aurait semblé vaine et découronnée s'ils avaient dû s'interdire d'en concevoir les généralités, non moins positives que les détails. Ils croyaient, avec Pascal, que l'homme est fait visiblement pour penser. De nos jours, on a changé tout cela, et ceux qui professent une doctrine ont du mal à faire croire qu'ils ne sont pas des contempteurs endurcis de la réalité. On ne parle plus que de méthode expérimentale. On dit qu'en dehors de l'expérience, il n'y a que les suggestions décevantes d'une idée exclusive ou les constructions arbitraires d'une imagination intempérante. Comment se fait-il donc que chacun prétende être fidèle à la méthode expérimentale et qu'il soit impossible à deux médecins de s'entendre sur la direction qu'il convient d'assigner aux recherches, ainsi que sur les conclusions qu'il en faut régulièrement tirer? C'est que le désarroi des esprits est grand; c'est que les idées sont obscures; c'est que l'ardeur intellectuelle se refroidit; c'est qu'un empirisme frivole remplace le dogmatisme sévère.

Ce mémoire n'est qu'une esquisse. Les idées que nous y avons marquées sous une forme plus aphoristique que discursive, demanderaient de longs développements. Les faits que nous y avons cités, un peu au hasard de nos souvenirs, plutôt comme des exemples que comme des preuves, demanderaient à être multipliés et coordonnés. Ce sont là des objets de méditation et de travail qui ont une place parmi ceux que nous aimons à entrevoir dans les perspectives de l'avenir. Telle quelle, cependant, cette esquisse aura peut-être l'avantage de faire naître des pensées nouvelles et de suggérer des investigations fructueuses.

LA CHIMIE CONSTITUÉE PAR LAVOISIER.

Par Jacob Volhard,
Professeur de chimie à l'Université de Munich.

Traduit de l'allemand pour le Moniteur Scientifique par M. Eugène DUBOIS.

Extrait du *Journal de chimie appliquée*, de M. Hermann Kolbe.

Si Lavoisier avait été Allemand, il y a longtemps, j'en suis sûr, que la critique allemande aurait apprécié avec impartialité les services qu'il a rendus à la chimie; mais il appartient à une nation qui, loin de se plaire à rabaisser ses grands hommes, respecte leur gloire comme son bien propre et, dans le culte qu'elle leur voue, va peut-être aussi loin que nous autres Allemands nous restons en deçà de la juste mesure. Lavoisier a eu cet autre bonheur de trouver un héraut de sa gloire qui, pour la force du langage et l'inspiration poétique, le cède à peine au chantre d'Achille. Qui ne se sent ravi d'admiration pour ce noble caractère, pour cet homme de génie le mieux doué de tous les naturalistes, à la lecture du portrait enthousiaste qu'en a fait M. Dumas? Si l'on verse malgré soi des larmes d'attendrissement sur la mort tragique de cet homme enlevé, dans la force de l'âge, à la science que fécondait son infatigable activité, à ses semblables qu'il servait avec un dévouement sans bornes, quelle impression a dû faire la parole même de M. Dumas dans l'âme de ses auditeurs suspendus à ses lèvres et tout haletants d'émotion.

Depuis que M. Dumas a fait de la vie et du caractère de son héros le sujet d'une esquisse pleine de poésie, on a vu prendre naissance et grandir une sorte de culte pour Lavoisier, et ce culte se répandre surtout parmi les chimistes de l'Allemagne. Dans les traités élémentaires de ce pays, c'est Lavoisier qu'on appelle le créateur de la chimie scientifique; c'est à lui qu'on attribue la théorie des radicaux, qu'on ne connaissait encore que de nom avant les travaux de Liebig et de Wœhler sur le radical de l'acide benzoïque.

Il n'y a donc rien de nouveau ni d'étonnant à ce que M. Adolphe Wurtz commence son histoire des doctrines chimiques en ces termes: « *La chimie est une science française; elle fut constituée par Lavoisier d'immortelle mémoire:* » c'est comme la devise placée en tête du livre. Naturellement, c'est à peine si dans cette histoire des doctrines chimiques on cite le

nom de Liebig ; quant à l'influence exercée par Franckland, Kolbe, Hofmann, sur le développement de nos idées théoriques, on n'en parle même pas ; cela soit dit en passant, car nous n'avons pas l'intention de faire ici la critique de l'ouvrage, mais d'examiner la question suivante : Lavoisier doit-il être regardé comme le créateur de la chimie ?

On ne peut apprécier sainement le mérite d'un savant d'un autre âge qu'en le comparant à ceux de son temps. Ce parallèle s'offre de lui-même entre Lavoisier et Scheele, chimiste qui vivait dans la seconde moitié du siècle dernier, période si féconde d'ailleurs en chimistes distingués. C'est un exemple unique dans l'histoire de la chimie que celui de ces deux hommes qui étaient du même âge et égaux en talent, mais diamétralement opposés : tout contraste singulièrement en eux, la nature et les résultats de leurs travaux, leur manière de penser et de voir les choses, leur caractère, le développement progressif de leur culture intellectuelle.

Charles-Guillaume Scheele naquit à Stralsund, le 9 décembre 1742, et reçut une éducation fort modeste ; il entra dans une pharmacie où, apprenti d'abord, puis élève, il apprit la chimie tout seul et devint un habile expérimentateur tel, qu'on n'en vit jamais avant lui et que très-peu après. Tout ce qu'il entreprend lui réussit, tout ce qu'il touche devient entre ses mains une mine inépuisable de découvertes. En étudiant le bioxyde de manganèse de Suède il découvrit le manganèse, le chlore, la baryte. On lui doit la connaissance des acides végétaux les plus importants tels que les acides tartrique, citrique, oxalique, malique et tannique. Les méthodes qu'il a indiquées pour préparer et isoler ces corps s'emploient encore aujourd'hui. C'est lui qui a découvert les acides urique, lactique, tungstique et molybdique. Depuis la découverte du bleu de Prusse les chimistes les plus habiles n'avaient pu, malgré tous leurs efforts, trouver le principe colorant de cette magnifique substance ; Scheele prouva qu'il résidait dans l'acide prussique dont il fit connaître la composition exacte.

En même temps que Priestley, et à part, il découvre l'oxygène ou air du feu et indique le moyen de l'extraire de l'acide nitrique, du salpêtre, du manganèse, de l'acide arsénique et des oxydes des métaux nobles. Il reconnaît que l'air ordinaire se compose de l'air du feu et d'un gaz impropre à la combustion et à la respiration, plus léger que l'air atmosphérique. Il détermine la composition du gaz ammoniac, de l'hydrogène sulfuré, enfin ses découvertes embrassent tout le domaine de la chimie. Tous ces travaux, devenus classiques, il les exécute tout seul, sans l'aide ou les conseils bienveillants d'autres chimistes, avec des ressources très-bornées. Il vit sans bruit et à l'écart, dans une petite pharmacie de province, ne jouissant que d'une position fort modeste et connu de peu de personnes ; sans s'inquiéter de ce que le monde pense de lui ; il garde de longues années, sans en rien publier, le trésor toujours grossissant de ses découvertes; étendre sans cesse le cercle de ses connaissances, c'est pour cet esprit vraiment philosophique la plus douce récompense de persévérants et consciencieux efforts. On est frappé d'admiration en comparant l'étendue de sa carrière scientifique avec le temps qui lui fut accordé pour la parcourir ; car cette vie, si bien remplie, finit à quarante-trois ans.

Si maintenant on recherche l'influence exercée par Scheele sur les esprits et la science de son temps, on ne peut nier que, malgré toutes ses découvertes, elle n'ait été nulle ou à peu près ; non pas que les résultats qu'il a obtenus soient restés inutiles, mais Scheele ne sait pas les faire servir au développement ultérieur et rapide de la science, et cela parce que son esprit est encore emprisonné dans les liens d'une théorie surannée.

Parlons maintenant d'Antoine-Laurent Lavoisier, plus jeune que Scheele de neuf mois seulement. Né de parents très-riches, il reçut l'éducation la plus brillante sous tous les rapports et apprit à fond surtout les mathématiques et la physique. Dès sa plus tendre jeunesse il est en rapport continuel avec tout le monde savant de la capitale et devient membre de l'Académie des sciences à vingt-cinq ans. Il dispose pour ses recherches de ressources presque illimitées qu'il emploie à satisfaire la noble ambition qui le dévore, à poursuivre la solution des problèmes les plus importants avec une ardeur infatigable, une rare pénétration d'esprit, une clarté incomparable dans les idées; et cependant, malgré l'immensité de ses travaux, il n'a découvert aucun corps, pas même l'oxygène, qui fait la base de tout son système. Il n'a attaché son nom à aucun procédé nouveau de préparation d'un corps, à aucune réaction ca-

ractéristique propre à déceler telle ou telle substance; malgré cela son influence sur les progrès de la chimie a été incalculable: il l'a révolutionnée, et jamais transformation ne fut plus radicale et plus féconde. Comment expliquer cette contradiction bizarre? Qu'on lise l'exposé de la première recherche de Lavoisier dans le domaine de la chimie et l'on s'expliquera de suite cette contradiction qui n'est qu'apparente. Cette recherche avait trait à la prétendue conversion de l'eau en terre. Or, on sait que lorsque de l'eau, même distillée et parfaitement pure, a bouilli longtemps dans un vase de verre il se forme un dépôt et qu'après l'évaporation on obtient un résidu terreux. Au XVIIe siècle on attribuait ce phénomène au changement de l'eau en une terre, mais au XVIIIe, quelques hommes qui faisaient autorité dans la science ayant élevé des doutes sur la possibilité d'une pareille transformation, la question fut reprise et vivement discutée. Presque en même temps, et chacun de son côté, Lavoisier et Scheele se proposèrent, vers l'an 1770, de trancher expérimentalement la question. Ils arrivèrent tous les deux aux mêmes conséquences: le dépôt qui se forme dans les conditions énoncées ne provient pas d'une transformation de l'eau en terre, mais d'une décomposition du verre lui-même par l'eau bouillante. Mais ce fut par des voies bien différentes qu'ils parvinrent au même but:

Lavoisier introduit dans un vase de verre pesé d'avance et hermétiquement fermé un poids déterminé d'eau qu'il fait bouillir pendant cent un jours et trouve que le vase de verre pèse en moins le poids même du résidu terreux. Il en conclut que la matière terreuse était auparavant partie constituante du verre. Quant à la nature du résidu, « je suis obligé d'avouer, dit-il (1), que mes expériences à cet égard sont restées fort incomplètes. La petite quantité de terre que j'ai rassemblée, malgré les nombreuses distillations dont j'ai rendu compte, ne m'a pas permis de les étendre autant que je l'aurais désiré, et j'ai été obligé de remettre à un autre temps l'exécution de ce travail. Je dirai donc seulement ici que, si l'on jette une pincée de cette terre dans une liqueur acide, elle y excite sur le champ un léger mouvement d'effervescence, mais que cette effervescence cesse bientôt, et que la terre tombe au fond de la liqueur, sans paraître sensiblement altérée. J'ajouterai encore que cette terre est ou infusible, ou au moins très-difficile à fondre; car le feu auquel je l'ai soumise, et qui aurait été plus que suffisant pour fondre le verre le plus dur et le plus réfractaire, ne l'a seulement pas ramollie. J'avoue que cette dernière circonstance formerait une objection assez forte contre ce que j'ai rapporté dans ce mémoire, s'il était possible d'argumenter contre des faits; on peut objecter, en effet, que, si cette terre n'est qu'une portion de verre dissous et rapproché par évaporation, elle doit conserver encore la propriété essentielle qui caractérise le verre, la fusibilité. Je n'ai pu, jusqu'ici, découvrir la raison de ce phénomène. »

Scheele aborde le problème d'une autre façon; laissons-le parler lui-même (2):

« Je pris un quart d'once de neige fondue que je distillai et versai dans un petit ballon de verre de la forme et de la grosseur d'un œuf, dont le col étroit avait une aune de longueur; je la fis bouillir, et bouchai aussitôt le vase avec soin; puis, au moyen d'une lampe j'entretins l'ébullition pendant douze jours et douze nuits sans interruption. Au bout de deux jours le liquide devint blanchâtre, laiteux au bout de six; douze jours après il semblait épaissi. Lorque le ballon fut refroidi, je laissai le dépôt se rassembler au fond du vase, ce qui exigea deux jours, puis je décantai le liquide éclairci qui jouissait des propriétés suivantes: mêlé avec du sel ammoniac il mettait en liberté l'alcali volatil, se prenait en masse avec l'huile de vitriol, formait des précipités dans les dissolutions métalliques, verdissait le sirop de violettes et à l'air libre se prenait en une masse gélatineuse. La terre était douce au toucher et blanche; elle se comportait comme la silice avec une très-petite quantité de chaux. Je brisai le ballon et vis que la surface du verre, qui avait été baignée par l'eau bouillante, était actuellement dépolie et sans éclat, mais redevenait brillante une fois desséchée. Il n'y avait pas à en douter: l'eau peut décomposer le verre par une longue ébullition. N'était-ce pas là la liqueur des cailloux? »

On le voit nettement, c'est en chimiste que Scheele résout la question.

---

(1) *Œuvres de Lavoisier*, t. II, p. 26.

(2) Scheele. *Traité de l'air et du feu*, Upsal et Leipsick, 1777 (à la fin de la préface).

C'est le contraire pour Lavoisier; sa manière de conduire l'expérience signifie qu'aussitôt après l'apparition du dépôt terreux la question se posait et pouvait se résoudre sans la moindre connaissance de la chimie; elle ne suppose aucune vue empruntée à cette science. Dès que la tâche du chimiste commence, l'habileté de Lavoisier disparaît; il a 33 grains de matière et il est incapable de les interroger et d'en tirer une réponse. Nous avons mis Lavoisier en parallèle avec le chimiste le plus expérimenté et le plus adroit de son temps, comparons-le maintenant à Priestley.

Ce dernier ne se distinguait certainement pas par la clarté des idées, ni par la profondeur du savoir, mais lorsqu'il s'exprime ainsi (1) : « J'ai toujours pensé que ce qui se passe dans la flamme quand l'air s'y consume était de même nature que la respiration ; » lorsqu'il prouve que l'air est vicié par la respiration exactement comme par une bougie ou des charbons qui brûlent; lorsqu'il montre enfin que cet air vicié, sous l'influence de la force vitale, est décomposé par les plantes et redevient propre à la respiration, il se montre chimiste profond à un degré qui commande l'admiration. Cette qualité manquait à Lavoisier, et cela ressort bien nettement de l'idée qu'il se faisait, avant la découverte de l'oxygène, de la cause de l'action délétère de l'acide carbonique, bien qu'il connût alors les travaux précités de Priestley.

« Sans connaître, dit-il (2), très-précisément quel est l'usage de la respiration dans les animaux, nous savons au moins que cette fonction est si essentielle à leur existence, qu'ils périssent bientôt, si leurs poumons ne sont enflés presque à chaque instant par le fluide élastique qui compose notre atmosphère ; or, il est aisé de sentir que le fluide élastique des effervescences, ou celui des réductions métalliques, n'est aucunement propre à remplir cette fonction de l'économie animale ; qu'il ne peut enfler le poumon des animaux comme l'air que nous respirons. On a vu plus haut, en effet, que ce fluide est absorbé avec une très-grande facilité par l'eau et par la plupart des liqueurs, qu'il se fixe avec elles et perd subitement son élasticité; il en résulte, par une conséquence nécessaire, que l'intérieur du poumon étant composé de membranes humides, de vaisseaux même, à travers lesquels transsudent continuellement des vapeurs aqueuses, le fluide élastique fixable ne peut y parvenir sans y perdre subitement son élasticité ; bien plus, il est même probable que le fluide élastique fixable ne parvient point jusqu'aux dernières ramifications du poumon, qu'il est fixé avant d'y arriver. Le jeu du poumon doit donc être suspendu par le défaut de fluide élastique ; il doit s'affaiser et devenir flasque, et c'est, en effet, ce que l'on observe dans la dissection d'animaux qui ont péri de la sorte. On éprouverait presque un même effet avec un soufflet dont l'intérieur serait humecté d'eau et dont on voudrait entretenir le jeu avec un fluide élastique fixable. »

Ce qui distingue essentiellement le chimiste des autres naturalistes et le rend capable de faire des découvertes, c'est le pouvoir de raisonner avec des idées chimiques, c'est-à-dire avec des propriétés et des réactions connues; d'en faire sortir par voie d'association de nouvelles idées, qui se transforment à leur tour en des réactions et des propriétés nouvelles. Cette puissance d'induction si grande chez Scheele et Priestley est nulle chez Lavoisier, comme le démontrent tous ses travaux. C'est toujours en physicien qu'il raisonne et jamais en chimiste. Il ne peut faire entrer dans le cercle de ses idées l'élément qualitatif. C'est pour cela qu'il ne découvrira même pas le corps vers lequel semblaient tendre ses premières recherches, l'oxygène, qui seul lui manquait pour compléter ses vues sur les phénomènes de la combustion ; c'est pour cela qu'il est impuissant à déterminer par lui-même la composition de l'air et de l'eau, dont la connaissance était indispensable pour faire de ses idées un corps de doctrines, un système de la chimie ; c'est pour cela que chaque pas qu'il fait en avant dans le développement de sa théorie, il le doit aux découvertes des Priestley, des Cavendish, des Scheele, des Bergmann, qui lui sont bien supérieurs comme chimistes ; c'est pour cette raison enfin que ses recherches en chimie ne sont que la répétition de celles

(1) *Philosophical Transactions*, 1772, p. 62 et 165.
(2) *Œuvres*, t. I, p. 626.

des autres : ce sont de nouvelles éditions qui, loin de surpasser les premières, sont faites souvent avec moins d'exactitude et de talent.

Si Lavoisier s'était contenté du renom bien mérité de l'interprète le plus sagace et le plus original des travaux d'autrui, on n'en aurait pas moins reconnu ses mérites, et assurément sa gloire n'en eût pas souffert ; mais il aspirait au renom de l'inventeur le plus fécond, et pour ceindre cette couronne il fallait porter atteinte aux droits de ses devanciers.

Quand on commence à s'occuper de l'histoire de la chimie, on est tout surpris et douloureusement affecté de trouver dans l'ouvrage de Kopp la preuve convaincante que Lavoisier, pour qui, dès nos débuts dans la carrière, on nous avait habitués à une vénération sans bornes, s'est approprié toute une série de découvertes appartenant à d'autres.

Ainsi, par exemple, dans son mémoire sur la nature de l'élément qui dans la calcination des métaux se combine avec eux, il décrit la préparation de l'oxygène au moyen du bioxyde de mercure et la propriété que ce gaz possède d'activer considérablement la combustion, sans rappeler par le moindre mot la communication que Priestley lui-même lui avait déjà faite sur la manière de retirer du bioxyde de mercure et du minium un gaz dans lequel une bougie brûlait mieux que dans l'air ordinaire (1).

Dans son rapport sur l'analyse du gypse, qui date de 1768, Lavoisier cite tous les chimistes qui ont antérieurement travaillé sur le même sujet, à l'exception de Margraff, qui dès l'année 1750 avait déja obtenu les mêmes résultats que Lavoisier, et dont il ne pouvait ignorer les travaux (2), puisqu'ils avaient fait sensation à l'époque et qu'une traduction les avait vulgarisés en France. Dans l'introduction historique qui sert de préface à la partie expérimentale de ses *Opuscules physiques et chimiques,* il fait une revue détaillée de toutes les découvertes faites sur les corps gazeux, depuis Van Helmont jusqu'à son époque, mais il passe rapidement sur les travaux de Black et Cavendish relatifs à l'air fixe et à la causticité. Toutes les objections faites à la théorie de Black sur la causticité, il les relève et les fait ressortir avec un soin minutieux, de sorte que là où il est d'accord avec ses devanciers, ses résultats ne semblent pas la confirmation des leurs, mais de véritables découvertes (3).

En rendant compte de ses recherches sur la composition de l'eau, Lavoisier omet de dire qu'avant de les entreprendre il savait déjà que Cavendish avait fait la synthèse de l'eau au moyen de l'air inflammable et de l'air déphlogistiqué, et cependant on lui avait encore fait part de cette autre découverte du chimiste anglais, que le poids total de l'eau obtenue était égal à la somme des poids des deux gaz composants (4).

Tous ces empiétements sur la propriété d'autrui ne sont-ils pas autant de preuves de son incapacité personnelle en ce genre? N'est-on pas obligé d'en conclure que Lavoisier avait conscience de son impuissance à découvrir des faits, et de son manque d'originalité dans le domaine de la chimie, car, d'habitude, ce n'est pas lorsqu'on se sent la richesse et l'abondance qu'on empiète sur le bien d'autrui.

Qu'il s'agît du droit de priorité entre lui et ses rivaux dans le champ des découvertes ou d'une question de fait, Lavoisier ne peut jamais, dans ses mémoires, se maintenir au point de vue objectif qui distingue rigoureusement des déductions et de pures idées des faits bien constatés par l'expérience.

Déjà, dans son premier écrit sur la combustion il prétend avoir fait une découverte, qui n'était guère possible, à en juger par ses écrits postérieurs.

Les premières lignes qu'il ait écrites sur la combustion consistent en une notice (5) cachetée, remise le 1er novembre 1772 entre les mains du secrétaire de l'Académie des sciences ; elle fut ouverte le 5 mai de l'année suivante, et était conçue en ces termes :

« Il y a environ huit jours que j'ai découvert que le soufre, en brûlant, loin de perdre de « son poids, en acquérait au contraire, c'est-à-dire que d'une livre de soufre on pouvait

---

(1) Kopp. *Histoire de la chimie*, t. III, p. 205.

(2) *Ibid.*, t. I, p. 303.

(3) *Ibid.*, t. III, p. 41.

(4) Kopp. *Histoire de la chimie*, t. III, p. 270.

(5) *Œuvres*, II, 103.

« retirer beaucoup plus qu'une livre d'acide vitriolique, abstraction faite de l'humidité de « l'air; cette augmentation de poids vient d'une quantité prodigieuse d'air qui se fixe pen- « dant la combustion et qui se combine avec les vapeurs.

« Cette découverte, que j'ai constatée par des expériences qui me semblent décisives, m'a « fait penser que ce qui s'observait dans la combustion du soufre et du phosphore pouvait « bien avoir lieu à l'égard de tous les corps qui acquièrent du poids par la combustion, et je « me suis persuadé que l'augmentation de poids des chaux métalliques tenait à la même « cause. L'expérience a complétement confirmé mes conjectures; j'ai fait la réduction de la « litharge dans des vaisseaux fermés, et j'ai observé qu'il se dégageait, au moment du pas- « sage de la chaux en métal, une quantité considérable d'air, et que cet air formait un « volume mille fois plus grand que la quantité de litharge employée. Cette découverte me « paraissant une des plus intéressantes de celles qui aient été faites depuis Stahl, j'ai cru « devoir m'en assurer la propriété en faisant le présent dépôt entre les mains du secrétaire « de l'Académie, pour demeurer secret jusqu'au moment où je publierai mes expériences. »

Les expériences auxquelles Lavoisier fait allusion ici, sont décrites dans ses opuscules physiques et chimiques, qui, présentés à l'Académie à la fin de l'année 1773, furent publiés au commencement de l'année 1774.

Dans ces opuscules, on ne trouve pas le moindre mot sur la combustion du soufre. Un mémoire (1) de Lavoisier sur la combustion du phosphore, qui parut en 1777, renferme les expériences qu'il avait annoncées. Après avoir établi que le changement du phosphore en acide phosphorique après sa combustion dans l'air pur (oxygène) est le résultat de la combinaison du gaz avec le phosphore, il ajoute : « Toute cette théorie de la combustion du phosphore et de la formation de son acide peut s'appliquer également à la combustion du soufre et à la formation de l'acide vitriolique, avec cette différence cependant que la combustion du soufre étant moins facile à entretenir que celle du phosphore, et cette substance s'éteignant plus aisément, il est beaucoup plus difficile de dépouiller par le soufre une quantité donnée d'air de la quantité d'air éminemment respirable qu'il contient, que par le phosphore; en conséquence, sitôt qu'un dixième ou un huitième de cet air a été consommé, le soufre refuse de brûler, tandis que d'autres corps, plus combustibles et plus susceptibles d'être entretenus dans l'état d'ignition, comme le phosphore, y brûleraient encore. Cette difficulté d'entretenir la combustion du soufre m'a empêché d'obtenir avec cette substance des résultats aussi précis qu'avec le phosphore, et c'est par cette raison que je n'en donne pas, dans ce moment, les détails. Mais ce que je peux assurer, c'est que si l'on brûle du soufre sous une cloche de verre renversée dans du mercure, il y a, dans le volume de l'air, une diminution proportionnelle à la quantité de soufre qui se consume; qu'il se forme en même temps un acide vitriolique très-concentré; enfin, que cet acide pèse le double ou le triple de la quantité de soufre qui a été employée pour le former. »

Que penser maintenant de la notice du 1er novembre 1772, où Lavoisier prétend avoir découvert que le soufre augmente de poids par la combustion? Évidemment, il prend ses idées et ses déductions pour des faits observés; cela ressort déjà des premiers mots : « Il y a environ huit jours que j'ai découvert (1). » On peut bien, il y a huit jours, avoir eu une idée ou terminé une série de recherches, mais personne n'a jamais fait une pareille découverte « il y a environ huit jours. » Cela ressort encore d'une remarque de cette notice, tout à fait insignifiante en apparence : « Une livre de soufre donne plus d'une livre d'acide vitriolique, abstraction faite de l'humidité de l'air. »

Comme Lavoisier ne savait pas encore ce qui, dans l'air, se combine avec le corps qui brûle, et qu'il fit des recherches plus tard pour prouver que ce n'était pas la vapeur d'eau de l'air qui était le corps comburant, sa remarque veut dire nécessairement que, dans l'acidification du soufre, l'augmentation de poids ne provient pas de la vapeur d'eau dont l'acide sulfurique est, comme on le sait, très-avide. Voici la vérité sur cette prétendue découverte:

Priestley ayant fait connaître que, lorsque le soufre brûle dans un vase renversé sur l'eau

(1) *Œuvres*, II, 143.
(2) *Œuvres*, t. II, p. 103.

et contenant un certain volume d'air, ce volume diminue considérablement, Lavoisier en conclut que le soufre doit gagner en poids, puis aussitôt s'arroge la priorité, dans la conviction qu'il lui sera facile de prouver expérimentalement sa conclusion.

Toutefois, il n'y réussit pas.

Quant au phosphore, s'il parvient à prouver l'augmentation de poids qu'il subit pour se transformer en acide phosphorique (1), c'est que la chose est bien plus facile que pour le soufre; car l'acide phosphorique est solide, et sa dissolution aqueuse est d'autant plus dense qu'elle contient plus d'acide.

Pour établir à la fois que le phosphore a augmenté de poids, et que cette augmentation n'est pas due à la vapeur d'eau de l'air, Lavoisier brûle dans une cloche, et par fragments, un poids déterminé de phosphore assez considérable; il dissout dans l'eau l'acide phosphorique qui s'est produit, compare le poids d'un volume de cette solution avec celui d'un égal volume d'eau, et trouve un excès de poids qui surpasse considérablement la quantité de phosphore employée.

Lavoisier ne réussit pas à appliquer la même méthode à la combustion du soufre : c'est que l'excès du poids spécifique de la solution aqueuse de l'acide sulfureux sur celui de l'eau, n'est pas même égal au poids du soufre combiné.

D'après Fourcroy et Vauquelin (2) l'eau à la température de 5 degrés dissout un septième de son poids d'acide sulfureux, et le poids spécifique de la solution est 1.020.1000 centimètres cubes d'eau dissolvent en conséquence 143 grammes de ce gaz, et on obtient alors 1120 centimètres cubes d'un liquide qui contient 71 grammes de soufre et ne pèse que 23 grammes de plus qu'un égal volume d'eau.

Même les derniers travaux de Lavoisier sur la combustion du soufre ne sont pas complétement exempts de ce défaut d'objectivité.

Dans son mémoire (3) sur la décomposition de l'air par le soufre, Lavoisier s'exprime ainsi : « Il se forme dans cette combustion deux acides très-différents suivant les circonstances de l'opération. Si la combustion est lente, le soufre ne prend qu'un premier degré d'oxygénation et il se forme un acide dissoluble dans l'eau, et susceptible de demeurer dans l'état de fluide aériforme permanant, au degré habituel de température et de pression dans lequel nous vivons. Cet acide qui est très-suffocant porte le nom de *gaz acide suffureux*, lorsqu'il est dans l'état aériforme, et simplement celui d'*acide sulfureux* lorsqu'il est combiné avec l'eau. Le soufre, par une combustion plus rapide, se sature complétement d'oxygène, et il en résulte un acide qui ne peut être maintenu dans l'état de gaz qu'à un degré de chaleur beaucoup supérieur à celui de l'eau bouillante, et qui est susceptible de reprendre l'état liquide par le simple refroidissement au degré de pression dans lequel nous vivons. Cet acide, connu dans l'ancienne nomenclature sous le nom d'acide vitriolique, se nomme acide sulfurique dans la nouvelle. »

Si l'on compare le mémoire de Lavoisier sur la combustion du soufre avec ce que Stahl (cinquante ans avant « la création de la chimie ») avait fait connaître sur le même sujet, il est bien difficile de voir un progrès dans les expériences de Lavoisier.

« Dans la combustion du soufre, dit Stahl (4), il se produit deux esprits, l'un qui décolore les fleurs, l'autre qui les rougit ; l'un qui est volatil, l'autre qui l'est beaucoup moins. De plus, on obtient beaucoup du premier et très-peu du second. »

Écoutons maintenant ce que dit Scheele sur le même sujet (5):

« Une fois le soufre éteint et l'appareil refroidi, je trouvai que sur 160 parties d'air deux parties étaient sorties du ballon par suite de la haute température de la flamme. Je versai ensuite 6 onces d'eau de chaux dans ce ballon, et, après avoir agité comme plus haut, je

---

(1) Du reste, Margraff avait déjà retiré de 1 once de phosphore 1 once et 3 gros 1/2 d'acide phosphorique. Voir ses *Ouvrages*, 2e édition, Berlin 1768, I, 49.

(2) *Manuel* de Gmelin, 1843, t. I, p. 612.

(3) *Œuvres*, t. II, p. 716.

(4) *Fundamenta chimiæ dogmatico rationalis.* Nuremberg, 1732, t. II, p. 145.

(5) Scheele, *Traité de l'air et du feu.* Upsala et Leipzig, 1777, p. 20.

constatai que le sixième de l'air avait été absorbé dans la combustion. L'eau de chaux ne se troublait pas, ce qui montre que le soufre en brûlant ne produit pas l'acide aérien, mais un corps à peu près semblable à l'air ; c'est l'acide volatil du soufre, qui vient occuper l'espace laissé vide par suite de la combustion dans l'air du corps inflammable. »

Pour constater l'augmentation de poids dans cette expérience il fallait une somme de connaissances chimiques et d'observations qui manquait à Lavoisier et le raisonnement d'un chimiste, qu'il n'avait pas d'avantage. Il n'était pas en état de distinguer l'acide sulfureux de l'huile de vitriol, distinction que Stahl avait déjà faite avec tant de précision cinquante ans auparavant. Et c'est là ce qui l'empêcha de faire connaître les détails de ses recherches. Quand Dumas (1) nous raconte que Lavoisier était profondément pénétré de l'idée qu'il avait une mission à remplir, celle de créer une science nouvelle ou du moins une science qui n'existait que de nom ; qu'il n'avait en conséquence cherché l'emploi si lucratif de fermier général que pour se procurer les moyens de remplir cette mission, c'est là un de ces embellissements poétiques qui ne sont pas précisément rares dans ses leçons de philosophie chimique. Lavoisier était un fermier général qui, dans ses heures de loisir, s'occupait de recherches de physique et de chimie. Des succès éclatants récompensèrent les efforts de cette âme avide de gloire, et ses succès il les dut à une clarté d'esprit extraordinaire, à ses fortes études de physique et surtout à sa disposition d'esprit. Simple amateur de chimie, il échappait à l'entraînement général des esprits vers le phlogistique et, comme ce n'était pas un croyant de l'école, il pouvait conserver toute sa liberté de jugement.

Mais, dira-t-on, si l'on ne peut accorder à Lavoisier les facultés et les connaissances d'un chimiste éminent, il a du moins introduit dans la science des idées si importantes et si neuves qu'on pourrait, à ce titre, le regarder comme le créateur de la chimie.

L'hypothèse du phlogistique n'embrassait que le côté qualitatif des phénomènes de combustion, elle ne s'occupait nullement de l'augmentation de poids que subissent les métaux dans la calcination. Aussi Stahl n'a-t-il pas cherché à l'expliquer.

On a voulu en conclure que jusque là le poids avait été considéré comme une propriété insignifiante et passagère des corps. M. Dumas signale comme le plus grand mérite de Lavoisier, d'avoir introduit dans la science ce principe qu'on ne peut créer ni détruire la matière, et l'usage constant de la balance comme instrument de découvertes. « Son application, dit M. Dumas (2), à l'étude des phénomènes naturels devait donc révolutionner la chimie et pouvait seule la révolutionner. »

Ces vues émises par M. Dumas dans ses leçons ont passé dans les traités élémentaires où l'on donne un aperçu historique du développement de la chimie et ont été répétées mille fois malgré ce qu'elles ont d'erroné.

Ce principe, que toute matière pesante ne peut être ni créée ni détruite, est aussi vieux que l'histoire de la pensée humaine. Depuis Lucrèce, dont on sait le vers :

E nilo nil gigni, in nilum nil posse reverti.

« Rien ne peut venir de rien, et rien ne peut s'anéantir. »

jusqu'à nos jours, c'est un principe que personne n'a sérieusement révoqué en doute, et le chimiste moins que personne (3).

Depuis les premiers travaux chimiques dont nous ayons connaissance, la balance a été la compagne inséparable du chimiste, et, notamment à l'époque où régnait le phlogistique, les chimistes accompagnaient toujours la description de leurs expériences du poids des produits obtenus et des ingrédients employés. Stahl n'y manque jamais. De nombreux passages de ses écrits attestent qu'il ne croyait pas plus que Lavoisier à la possibilité de créer ou de détruire la matière. C'est, dit-il, un axiome (4) admis depuis longtemps que « ce dont un corps est « composé et en quoi on peut le résoudre, forme sa substance même. » « J'étais fort ennuyé de ne pouvoir me rendre compte de ce qu'était devenu le reste d'une livre de salpêtre et où

---

(1) *Leçons*, p. 137.

(2) *Leçons*, p. 130.

(3) Whevvel, *Philosophy of the inductive sciences.* London 1847, t. I. p. 404.

(4) *Considérations et développements, etc., sur les sels.* Halle 1832, p. 61.

il pouvait bien être, » dit-il ailleurs, à un endroit (1) où il discute les vues de Kunkel sur la composition des sels.

Kunkel avait retiré par la distillation une livre d'esprit de nitre d'une livre de salpêtre, et n'avait pas observé apparemment que le salpètre est composé en grande partie d'alcali fixe. Stahl fait remarquer à ce propos qu'il y a très-peu d'acide nitreux proprement dit dans la livre d'esprit de nitre, comme le prouve le poids des cristaux d'argent qu'on peut obtenir, et que ce qui manque pour compléter le poids du salpètre est précisément celui de l'alcali fixe.

Si Stahl ne rend pas compte de cette circonstance bien connue de lui, que les chaux métalliques pèsent plus que les métaux eux-mêmes, cela ne veut pas dire qu'il ait regardé le poids de la matière comme indifférent ou variable ; il pouvait et devait regarder l'augmentation de poids des métaux dans leur conversion en chaux comme un phénomène sans importance au point de vue chimique de la combustion, puisque dans beaucoup et même dans la plupart des autres combustions il voyait diminuer de poids le corps comburant. Plus d'exactitude dans la détermination des poids relatifs n'aurait fait que mettre obstacle à la connaissance de ce fait que tous les phénomènes de combustion, si dissemblables en apparence, suivent la même marche. On reconnaît précisément un homme de génie à ce qu'il sait distinguer l'essentiel de l'accessoire et s'en occupe exclusivement. L'essentiel était de reconnaître ce qu'il y avait de commun dans tous les phénomènes chimiques de la combustion, et cette connaissance devait précéder celle de la loi.

On n'a pas tout à fait tort de regarder l'époque qui a commencé à Lavoisier comme celle de la chimie quantitative ; toutefois, cette dénomination repose sur des considérations plus spécieuses que réelles.

La chimie moderne ne diffère pas de l'ancienne en ce qu'on n'a commencé que dans ces derniers temps à se servir de la balance comme instrument sans appel des découvertes chimiques (car les chimistes s'en sont toujours servis), mais parce qu'autrefois la chimie n'était pas assez avancée pour qu'on pût déterminer la composition des corps dans la plupart des cas.

Là où les connaissances de Stahl lui permettent de déterminer le poids des parties constituantes d'une combinaison, en un mot, là où il peut voir, sentir et toucher, il donne ce poids avec beaucoup de soin et en profite même pour expliquer avec une grande intelligence nombre de phénomènes que ses devanciers n'avaient pu comprendre.

Qu'on jette les yeux sur ce qu'il dit de la préparation du cinabre (2) :

« En suivant la formule ordinaire qui prescrit d'employer deux parties de sublimé pour « une d'antimonium on obtient en effet du beurre d'antimoine qui distille à une douce cha- « leur. Mais de quelque façon qu'on traite le résidu on n'obtient jamais qu'une petite quan- « tité de cinabre tirant sur le noir. Si, au contraire, on le soumet à la distillation après y « avoir ajouté deux parties de mercure sublimé, on obtient une nouvelle quantité de beurre ; « on retire alors le résidu, qui, chauffé assez fortement dans un petit ballon ou une cornue, « donne du cinabre parfaitement pur. »

L'erreur dont le procédé habituel est entaché vient de ce que l'on ne tient pas compte de ce qu'il faut de soufre pour obtenir le cinabre (il en faut environ le septième ou le huitième du poids total) et de ce qu'il en entre dans la composition de l'antimonium (environ la moitié).

On comprend alors qu'avec les nouvelles proportions il n'y a en présence que le régule et le soufre ; le premier, en s'unissant à la partie corrosive du sublimé, donne naissance au beurre qui distille, tandis que le soufre se combine avec le mercure devenu libre pour former du cinabre, et qu'ainsi tout le mélange primitif est employé pour faire du beurre d'antimoine pur et au moins trois fois plus de cinabre que par le procédé ordinaire.

---

(1) *Ibidem*, p. 37.

(2) G.-E. Stahl, *Idées qui me sont venues au hasard ou après longue réflexion sur la question tant débattue du sulfure.* Halle 1747, p. 346 et suiv.

Il en est de même pour Margraff, Cavendish, Scheele, Bergmann, qui donnent presque toujours et avec exactitude les proportions des corps qu'ils emploient.

Priestley lui-même, qui n'attache pas aux proportions la même importance que Scheele ou Cavendish, contrôle de temps à autre le résultat de ses recherches avec la balance. Ainsi, par exemple, dans l'expérience où il brûle le charbon dans un volume déterminé d'air et observe la transformation d'une partie de cet air ordinaire en air fixe, il ne néglige pas l'emploi de la balance, avant et après, mais cette précaution, bien loin de le mettre sur la voie, le confirme dans sa première opinion que l'air fixe existe tout formé dans l'air ordinaire et que le phlogistique du charbon peut seul l'en faire sortir ; il ne trouve, en effet, aucun changement dans le poids du charbon. Du reste, il lui était impossible de le constater, puisque la balance la plus sensible pour ce temps-là n'aurait pu l'accuser, tant il était faible.

Le poids de l'air était de 4 onces, son volume de 125 centimètres cubes, le charbon pesait 2 grains (1). Comme l'air s'était réduit aux quatre cinquièmes de son volume, il s'était donc formé 25 centimètres cubes d'acide carbonique et le charbon avait perdu un cinquième de grain ou 13 milligrammes, quantité que la balance ne pouvait probablement pas accuser.

Mais ce qui prouve plus nettement encore combien il s'en fallait que les partisans de la théorie du phlogistique ne vissent dans le poids qu'une propriété sans importance de la matière, c'est qu'ils avaient l'idée de l'équivalent chimique, en d'autres termes, de l'équivalence chimique de poids différents de substances différentes, idée qui suppose nécessairement celle de l'invariabilité et de la constance du poids. Cette idée était familière à Cavendish avant que Lavoisier eût écrit une seule ligne de ses ouvrages. Si je ne me trompe, c'est dans une analyse d'eau minérale, très-intéressante et peu connue, intitulée : « *Recherches sur l'eau de la place Rathbone*, par Hon.-Henry Cavendish, » datant de 1776 (2), qu'il est fait mention pour la première fois du mot équivalent, dans le sens chimique. Cavendish trouva que cette eau contenait une quantité considérable d'une terre qui n'était pas neutre et par suite se précipitait par l'ébullition ; qu'elle renfermait en outre deux fois et demie autant d'air fixe qu'il en fallait pour neutraliser le précipité formé de chaux et d'un peu de magnésie ; il en conclut que c'est à cet excès d'acide carbonique qu'est due la dissolution de la chaux dans l'eau.

Il tire sa conclusion de ce fait que la précipitation de la terre par l'ébullition était accompagnée d'un dégagement d'acide carbonique ; qu'elle avait encore lieu par l'addition d'eau de chaux dont la terre se précipite aussi en même temps, « ce qu'il constate quantitativement; » enfin, qu'après l'addition d'eau de chaux il ne se forme plus de précipité par l'ébullition.

Afin d'être plus sûr encore de ses résultats, il fit un essai pour voir si la chaux pouvait se dissoudre dans l'eau à la faveur de l'air fixe, et voici comment il décrit son expérience :

« Voulant voir si la chaux est soluble quand on emploie plus d'air fixe qu'il n'en faut pour la saturer, je pris 30 onces d'eau de pluie dont je fis 2 parts. A l'une j'ajoutai assez d'esprit de sel pour dissoudre 30.3 grains de chaux, et une quantité d'une dissolution neutre de chaux dans l'esprit de sel, telle qu'elle renfermât 20 grains de chaux. A l'autre part j'ajoutai une quantité d'alcali fixe équivalente à 46.8 grains de chaux, c'est-à-dire capable de saturer le même poids d'acide et, si je ne me trompe, de s'unir à autant d'air fixe que le feraient 39 grains de chaux. Je mélangeai bien le tout et bouchai. L'alcali, nous venons de le voir équivalait à 46.8 grains de chaux et suffisait pour saturer tout l'esprit de sel, et pour remplacer par voie de décomposition 16.5 grains de chaux. Le mélange contenait donc, sauf erreur, 16.5 grains de terre non saturée et la quantité d'air fixe capable de s'unir avec 39 grains de chaux ; ces proportions étaient les mêmes que dans l'eau de la place Rathbone. Le mélange trouble d'abord, s'éclaircit bientôt, puis se troubla de nouveau même avant la température de l'ébullition ; il y eut un abondant dégagement de gaz, et par une ébullition prolongée il se fit un dépôt qui, après avoir été desséché, pesait 13 grains. En mélangeant d'abord l'alcali fixe avec l'esprit de sel dans les proportions indiquées, et en n'ajoutant l'eau

---

(1) Priestley, *Experiments and observations on different kinds of air*. Deuxième édition, London 1775, p. 132.

(2) *Philosophical transactions*, p. 57, 92.

de chaux qu'après que le dégagement du gaz avait cessé, j'obtins immédiatement un précipité qui ne se dissolvait plus par l'agitation. »

En versant directement l'eau de chaux dans de l'eau gazeuse, Cavendish obtint une troisième preuve que c'est l'acide carbonique qui rend la chaux soluble, et voici ce qu'il remarque à cette occasion :

« Cette dissolution renferme 7 grains de chaux et, d'après une autre expérience que je fis ensuite, je suppose qu'il y avait la quantité d'air fixe qui se combine avec 14 grains de chaux. »

De pareils travaux, de pareilles idées seraient impossibles à des chimistes qui n'auraient pas cru fermement à l'invariabilité du poids ou qui auraient admis qu'entre leurs mains la matière pouvait se créer ou s'anéantir. Les recherches analytiques de Bergmann ne se comprennent qu'avec la conviction chez lui que, si la forme et les combinaisons varient, le poids lui demeure constant.

La balance n'a donc contribué que pour une faible part à renverser la théorie du phlogistique, et cette phrase qu'on rencontre si souvent : « Que du jour où dans la combustion l'on aurait égard à l'augmentation de poids, cette théorie aurait fait son temps, » est complétement fausse. L'histoire prouve tout au contraire que l'hypothèse de l'intelligent professeur de Halles avait sa raison d'être en dehors de toute considération sur le poids ; car longtemps avant Stahl, Boyle avait observé que les métaux augmentaient de poids dans la calcination et avait cherché à l'expliquer ; beaucoup d'autres après lui se donnèrent toutes les peines imaginables pour y arriver. Mais on eut beau étudier la question, le phlogistique régna sans conteste, et cela tant qu'on n'eut pas trouvé d'explication satisfaisante ; et, chose bizarre, ce qui contribua à la solution du problème, ce fut moins la conviction que le poids de la matière était constant que celle qu'il existe une matière impondérable.

Stahl savait non-seulement que les métaux pèsent d'avantage après la calcination, mais encore que l'air doit intervenir dans la combustion ; il n'ignorait pas que le charbon lui-même ou la suie, les corps riches en phlogistique, ne s'altèrent nullement lorsqu'on les chauffe très-fortement en vase clos ; que les corps inflammables, de nature végétale ou animale, ne peuvent brûler sans air, mais se carbonisent. Il s'appuie sur ce fait pour montrer que c'est le charbon mis en liberté qui est le principe inflammable dans les corps d'origine végétale ou animale. Il savait très-bien qu'on ne peut ni griller la pyrite ou la blende ni calciner les métaux sans l'action de l'air, et il ne cesse pas d'attirer l'attention des métallurgistes sur ce point qu'ils semblent ignorer. Cet homme, si remarquable d'ailleurs, apporte dans ces questions un coup d'œil, une intelligence et un savoir bien au-dessus de ce que supposent ceux qui ne le connaissent que par les historiens et non par ses propres écrits. Citons un exemple : Glauber (1) ayant observé ce fait singulier qu'un mélange d'étain et de plomb se calcine avec plus de rapidité et d'énergie que de l'étain pur, en avait conclu que le plomb devait renfermer, à l'état latent, une espèce de salpêtre grâce à qui le mélange, à une température élevée, prenait feu et brûlait avec vivacité. Voici les réflexions de Stahl sur cette manière de voir de Glauber :

« Il faut remarquer que cette vive combustion n'a pas lieu pour des métaux traités en vase « clos et soustraits à l'action de l'air, et qu'il faut nécessairement le contact de ce gaz. »

Il montre alors que l'introduction d'un peu d'air produit une calcination lente et modérée, qu'une plus grande quantité active la combustion, et que la matière peut être portée au rouge si on souffle dessus avec la bouche ; puis il compare ces effets de l'air avec ceux du salpêtre :

« Maintenant ce que je viens de dire suffit pour faire voir que le salpêtre se comporte tout autrement avec les corps combustibles, car dans un espace complétement privé d'air il s'enflamme au contact de ces corps ; c'est que dans ce sel se trouve tout formé le corps comburant qui sort des soufflets. Du reste, Stahl n'explique pas plus la nécessité du contact de l'air, que l'augmentation de poids des métaux qu'on calcine. »

Pour arriver à voir dans la combustion une combinaison du corps combustible avec l'air

---

(1) G.-E. Stahl, *Idées qui me sont venues au hasard ou après longue réflexion sur la question tant débattue du sulfure.* Halle 1747, p. 346 et suiv.

ou un élément de l'air, il fallait toute une série d'idées qui ne se développèrent que dans le cours du XVIIIe siècle.

Pour concevoir qu'un gaz pouvait s'unir à un corps solide ou liquide et passer ainsi à l'état solide ou liquide il fallait avoir réellement observé une transformation de ce genre. Il aurait fallu voir un gaz disparaître par l'absorption ; il aurait fallu se convaincre que le corps absorbant, solide ou liquide, n'avait plus les mêmes propriétés qu'auparavant et avait augmenté de poids. On aurait dû suivre le gaz dans la combinaison nouvelle ; constater son existence en voyant si certaines propriétés pouvaient passer avec lui d'une combinaison dans une autre et si de toutes ces combinaisons on pouvait le retirer par des procédés chimiques et lui restituer son premier état. Ce genre d'investigation, base de tout développement ultérieur de la chimie, c'est Black qui en donna le premier modèle, en 1755, dans son fameux travail sur la causticité.

Ce n'est certainement pas le hasard qui conduisit le même Black à découvrir la chaleur latente après qu'il eut trouvé que l'air fixe peut cristalliser comme un corps solide; et c'était le premier exemple de ce genre. Car, pour comprendre qu'un gaz pût se fixer et ne pas cesser d'être, bien qu'à l'état solide, il fallait nécessairement admettre que l'état solide, liquide ou gazeux n'est pas une propriété essentielle de la matière, mais dépend de la température. Du moment où les gaz n'étaient plus pour le chimiste que des combinaisons d'un corps solide avec la chaleur, l'absorption d'un gaz, la permanence de ce gaz dans un composé solide, n'avaient plus rien d'inexplicable ni de merveilleux, mais se concevaient aisément et étaient du même ordre que les autres combinaisons chimiques, que celles du soufre avec les métaux, par exemple.

Sous un autre rapport, la découverte de la chaleur latente contribua puissamment à rectifier les idées sur la loi qui régit la combustion ; elle fut l'occasion et la condition nécessaire de ce progrès.

Toutes les tentatives faites pour expliquer l'augmentation de poids des métaux calcinés par un gain de chaleur pondérable s'évanouirent sitôt qu'on fut persuadé que la chaleur était impondérable. Boerhave en prouvant expérimentalement ce fait, donna une vive impulsion aux idées nouvelles; mais qui donc, pourvu qu'il sût ce que c'était que la chaleur latente, pouvait, en voyant l'eau abandonner dans la congélation une énorme quantité de chaleur sans changer de poids, conserver le moindre doute sur ce fait, d'une importance extrême pour la théorie de la combustion, que la chaleur est impondérable, ou du moins on ne peut, avec les instruments dont nous disposons, constater un changement de poids dans les corps qui en gagnent ou en perdent. Si Scheele, malgré son remarquable talent d'observation, son expérience consommée, son adresse incomparable, ne put créer la théorie de la combustion, cela tient exclusivement à la fausse idée qu'il se faisait de la chaleur, qu'il regardait comme pesante et composée de matières pesantes.

Scheele, après avoir établi que dans toutes les combustions et même dans celles où il ne se produit ni feu ni lumière, il y a toujours absorption d'air et dégagement de chaleur, en conclut que le calorique est une combinaison du corps inflammable ou phlogistique avec la portion de l'air qui se consume. «Si donc, se dit-il, je fais agir la chaleur sur des corps qui ont « une très-grande affinité pour le phlogistique, ils s'empareront de celui-ci et mettront en « liberté l'élément de l'air dont nous avons parlé, sous sa forme primitive. » Les corps qui ont le plus d'affinité pour le phlogistique sont précisément ceux qui sont le plus riches en oxygène et le perdent facilement. C'est ainsi que Scheele, en chauffant des oxydes aisément décomposables, en retira l'air du feu ; mais cet air ne vient pas, selon-lui (1), des oxydes, il vient de la chaleur, laquelle doit son existence au feu qui entretient la distillation, est composée d'abord de l'air et du phlogistique du charbon, puis passe à travers le fourneau, le sable, jusqu'à la cornue où elle rencontre un corps qui a plus d'affinité pour le phlogistique que n'en a l'air du feu, et par suite le décompose.

Berzelius (2), en discutant les idées de Scheele sur la combustion, s'énonce ainsi : « Dans

(1) Scheele, *Traité de l'air et du feu.* Upsala et Leipzig 1777, p. 27.

(2) Berzelius, *Traité de chimie.* Dresde 1825, t. I, p. 683.

toutes ses recherches, Scheele a toujours négligé de peser le corps combustible. Sans cela, c'est lui qui aurait été infailliblement l'auteur de la théorie de l'oxydation. »

Scheele a été sans doute bien près de le devenir, mais, s'il n'a pas réussi, c'est moins pour n'avoir point tenu compte des proportions que pour s'être trompé sur la nature du calorique; en voici une preuve encore plus forte que la première, tirée d'un autre endroit de l'ouvrage déjà cité :

« Bien que les chaux métalliques ne soient pas solubles dans l'eau, elles doivent fixer une quantité de chaleur assez grande, ce que montre clairement la grande augmentation de poids qu'on trouve après la calcination. De deux choses l'une : ou bien elles ont, grâce à leur phlogistique fixé l'air du feu, et composé ainsi du calorique; ou bien, cédant leur phlogistique à l'air du feu, elles ont attiré la chaleur du foyer; en un mot, c'est à la présence de l'air du feu dans ces chaux qu'il faut attribuer l'excès de poids qu'on trouve. »

Comment Scheele serait-il arrivé à constituer la vraie théorie de l'oxydation, puisqu'il expliquait avec une égale facilité une augmentation, ou une perte de poids par une perte ou un accroissement de chaleur correspondants?

Lavoisier avec sa pénétration ordinaire reconnut bien vite le nœud de la question. Voici ce qu'il écrivait à Bergmann, partisan des idées de Scheele (1) : « Il n'est plus question, entre nous, de discuter si l'air vital se fixe dans les acides pendant leur combustion, puisque nous sommes d'accord sur ce point, mais s'il se combine auparavant avec le phlogistique, pour se changer en calorique. »

Dans les expériences que Lavoisier fit à l'appui de ses idées il se borna à celles qui démontraient victorieusement que l'accroissement ou la diminution de chaleur dans les corps n'entraînent aucun changement sensible dans leur poids. Lorsqu'on connut la chaleur latente, il fut possible enfin de trouver une explication nouvelle de ce qui cause le dégagement de la chaleur dans la combustion et donne naissance à la flamme. C'était pour la nouvelle théorie une condition indispensable.

L'hypothèse du phlogistique n'était au fond qu'un essai d'explication de la chaleur intense constatée dans la combustion. Le feu, c'est-à-dire le phlogistique, existe préalablement dans les corps. La combustion provoque dans les corps un mouvement moléculaire par suite duquel le phlogistique qu'ils renferment entre leurs particules en sort brusquement à l'état de chaleur, de feu ou de lumière.

Quelles sont l'origine et la nature du feu? Ce sont là les deux questions que veulent résoudre les chimistes qui s'occupent des phénomènes de combustion. Scheele en offre un éclatant témoignage : « Oui, s'écrie-t-il dans la préface de son *Traité sur l'air et le feu*, voilà des faits qui parlent d'eux-mêmes! Le but que je me proposais dans ces recherches maintes fois répétées, celui de savoir aussi exactement que possible ce que c'est que le feu, j'en suis bien près, si je ne me trompe. C'est là le prix de mes efforts, qui me cause une telle joie que je ne puis la garder pour moi seul. » Il y a vraiment du plaisir à lire cet ouvrage, qui respire la candeur et l'amour du vrai, où l'on trouve réunies dans le même homme la clarté et l'exactitude scrupuleuse de l'observateur, les ressources variées d'un chimiste ingénieux, des procédés d'une sûreté presque infaillible; toutes qualités qu'on chercherait en vain chez Lavoisier. Les opuscules de Lavoisier, au point de vue chimique, sont au traité de Scheele ce que le travail du dilettante est au chef-d'œuvre du maestro. On regrette involontairement que le pauvre pharmacien suédois ait manqué de notions claires et suffisantes dans une science que Lavoisier possédait à un aussi haut degré, c'est-à-dire en physique; il n'avait pas non plus pour ami et pour compagnon de ses travaux le mathématicien et le physicien le plus distingué de son temps, l'auteur de la mécanique céleste.

D'après Lavoisier, un gaz ou fluide élastique est le résultat de la combinaison d'un corps quelconque avec la chaleur, « matière du feu ou calorique », et c'est cette union qui le rend fluide ou solide. Si un corps gazeux vient à se fixer, c'est-à-dire s'il devient partie composante d'un corps solide ou liquide, ce n'est pas en réalité un gaz qui entre en combinaison, mais le corps solide qui tout à l'heure formait avec la chaleur un composé gazeux, tandis que celle-ci est mise en liberté.

---

(1) *Œuvres*, t. II, p. 617

C'est donc la chaleur latente de l'air qui est la source de la chaleur de combustion. Dans cette nouvelle théorie, c'est Black qui a frayé la voie à Lavoisier. Les principes que mettent en lumière les travaux de Black sur la causticité conduisent à la théorie de l'oxydation lorsqu'on les applique à la combustion ; cette théorie est contenue en germe dans les leçons de Black sur la chaleur latente, elle en est le développement, et cependant Lavoisier qui dans son *Traité sur la chaleur,* la présente comme le produit de ses recherches, ne cite pas même le nom de l'inventeur et se garde bien d'employer le terme heureusement choisi que Black avait adopté pour dénommer la chaleur qui détermine le mode d'agrégation des molécules.

C'est en dehors et au sein de la chimie du phlogistique qu'ont pris naissance les lois physiques qui servent de base à la théorie de l'oxydation. Le mérite de Lavoisier est d'avoir prouvé le rôle considérable qu'elles jouent en chimie, mais il n'y a rien ajouté. L'ancienne chimie offrait, chimiquement parlant, tous les matériaux du nouvel édifice.

Les recherches de Priestley, publiées en 1771 et en 1772, furent le signal des travaux de Lavoisier sur les phénomènes de combustion. Déjà, depuis le commencement du XVIIIe siècle on savait que dans un espace plein d'air, mais clos, une bougie brûle pendant quelque temps, puis s'éteint ; que les animaux y sont asphyxiés au bout d'un certain temps, et que le volume de l'air, si on l'a isolé de l'air ambiant par une couche d'eau, diminue considérablement.

Priestley part de l'idée que si dans la nature l'air est vicié continuellement sous l'influence de certaines causes, telles que la respiration des animaux et la combustion, d'autres causes doivent tendre à leur tour à restituer sans cesse à cet air vicié ses propriétés primitives, rien ne prouvant que l'air soit maintenant moins propre à la respiration, et il se propose de trouver les moyens de le régénérer.

Il recherche à la fin les corps au contact desquels l'air diminue de volume et en trouve un grand nombre, le soufre par exemple, les matières d'origine végétale ou animale en décomposition, un mélange humide de limaille de fer et de fleur de soufre, des charbons ardents et le bioxyde d'azote, qui lui fournit même un moyen de mesurer le degré de pureté ou d'impureté de l'air, d'après la diminution de volume qui résulte du mélange de ces deux gaz. Il reconnaît en outre que si l'on fait absorber par de l'eau de chaux ou de l'eau ordinaire, l'air fixe produit par l'action prolongée de ces corps, il en résulte toujours dans le volume de l'air une diminution d'environ un cinquième, et que l'air restant présente constamment les caractères suivants : la flamme s'y éteint, les animaux y meurent, le bioxyde d'azote est sans action sur lui ; des charbons ardents, le fer, le soufre, toutes les causes enfin qui diminuent le volume de l'air, ne modifient plus le sien.

Priestley en tire la conséquence que, dans tous les cas où l'air diminue de volume, c'est la même cause qui agit ; et comme les corps précités sont tous inflammables, tandis que le résidu est impropre à la combustion il suppose que cette diminution de volume vient de ce que l'air se charge de phlogistique.

Il en conclut que la façon dont l'air va se comporter dans la calcination des métaux, sera pour cette hypothèse, *experimentum crucis*, car les métaux se composent, comme on le sait, de chaux métallique et de phlogistique qu'ils abandonnent aisément. Au moyen d'une lentille il brûle du plomb ou de l'étain dans un volume d'air déterminé, sur l'eau ou sur le mercure ; il a deviné juste : l'air est réduit aux 3/4 ou aux 4/5 de son volume, et les métaux se calcinent. Quant au résidu, ni le plomb ni l'étain ne s'y calcinent ; le bioxyde d'azote n'en altère pas le volume ; il offre tous les caractères de l'air décomposé par n'importe quel autre agent et dans lequel le plomb ou l'étain fortement chauffés ne subiraient aucune altération.

Telles sont les recherches dont Lavoisier tira les conséquences ; telle est l'origine des prétendues découvertes contenues dans la note du 1er novembre 1772.

L'augmentation de poids des métaux dans la calcination était une question sur laquelle on revenait souvent autrefois ; et notamment plusieurs chimistes français, vers la fin du siècle dernier, avaient constaté le fait à plusieurs reprises ; de même pour Tillet en 1763. En parlant des résultats obtenus par ce dernier, le membre rapporteur de l'Académie exprime

l'opinion que dans l'état actuel de la science le temps seul pourra lever toutes les difficultés et donner la clef de ce phénomène parfaitement avéré et hors de doute (1).

Ce fil conducteur, Lavoisier le trouve dans les découvertes de Priestley; comme il sait que dans la combustion du soufre et du phosphore, dans la calcination des métaux, l'air éprouve une diminution de volume; comme il admet que l'air n'est que la combinaison d'un corps solide avec la chaleur, il voit de suite que cette diminution de volume provient de la fixation de la portion de l'air qui est unie à la chaleur, et que l'air étant pesant tandis que la chaleur ne l'est pas, ce phénomène d'absorption doit coïncider avec un excès de poids dans le corps combustible. Voilà pourquoi la chaux métallique est plus lourde que le métal correspondant; maintenant, puisqu'il y a analogie parfaite entre la combustion et la calcination, et que celle-ci comme celle-là coïncide toujours avec une diminution de volume de l'air, il s'ensuit qu'elle doit correspondre aussi à une augmentation de poids dans le corps qui brûle. Les acides phosphorique et sulfurique doivent peser plus que le soufre et le phosphore qui ont servi à les produire; enfin, l'excès de ce poids doit égaler celui de l'air absorbé.

La seconde partie des opuscules physiques et chimiques contient la description des expériences faites par Lavoisier en vue de vérifier son hypothèse.

Ses recherches, sans être nouvelles, étaient de la plus haute importance; elles confirmaient pleinement les travaux de ses devanciers. Un fait qui vint corroborer les vues de Lavoisier, fut la réduction du minium dans laquelle il recueillit une énorme quantité d'air dont le volume s'élevait à plus de mille fois celui du minium. De là cette proposition évidente, que dans la composition de toute chaux métallique il entre un corps susceptible d'affecter l'état gazeux.

Lavoisier constata encore, par la voie humide, l'augmentation de poids des métaux qui s'oxydent; et cela à plusieurs reprises, en dissolvant du fer ou du mercure dans l'eau forte, et en précipitant les oxydes de la dissolution par la chaux éteinte ou la craie.

Il fut moins heureux dans les essais qu'il fit par la voie sèche, pour prouver l'absorption de l'air et l'augmentation de poids proportionnelle des métaux calcinés.

Son procédé était identique à celui de Priestley. A l'aide d'une lentille il chauffait un poids connu de métal dans un volume d'air déterminé et opérait sur l'eau.

Voici les résultats qu'il obtint.

POIDS DES MÉTAUX.	AIR ABSORBÉ.	MODIFICATION DANS LE POIDS.
1° 216 grains de plomb	7 pouces cubes.	perte : $^1/_2$ grain.
2° 144 — d'étain	0 —	gain : environ $^1/_8$ de grain.
3° { 72 — de plomb / 72 — d'étain } alliage	5 — 6 —	perte : 4 grains.
4° 216 — de plomb	3 $^3/_4$ —	gain : 1 grain $^3/_4$.

Dans la dernière expérience les parois du vase étaient recouvertes d'un enduit de chaux dont il estime le poids à 3/4 de grains.

Dans toutes, le volume de l'air où s'effectuait la calcination était de 75 centimètres cubes.

Une bougie plongée dans l'air qui restait après la calcination y brûla encore une minute.

Voici les conclusions que Lavoisier tire de ces résultats (2):

« Il résulte, dit-il, de ces expériences :

1° Que la calcination des métaux, lorsqu'ils sont renfermés dans une portion d'air contenue sous une cloche de verre, ne se fait pas, à beaucoup près, avec autant de facilité qu'à l'air libre;

2° Que cette calcination même a des bornes, c'est-à-dire que, lorsqu'une certaine portion de métal a été réduite en chaux dans une quantité donnée d'air, il n'est plus possible de porter au-delà la calcination dans le même air;

(1) Kopp, *Histoire de la chimie*, t. III, p. 129.

(2) *Œuvres*, t. I, p. 620.

3° Qu'à mesure que la calcination s'opère, il y a une diminution dans le volume de l'air, et que cette diminution est à peu près proportionnelle à l'augmentation de poids du métal ;

4° Qu'en rapprochant ces faits de ceux rapportés dans le chapitre précédent, il paraît prouvé qu'il se combine avec les métaux, pendant leur calcination, un fluide élastique qui se fixe, et que c'est à cette fixation qu'est due leur augmentation de poids ;

5° Que plusieurs circonstances sembleraient porter à croire que tout l'air que nous respirons n'est pas propre à se fixer pour entrer dans la combinaison de chaux métalliques, mais qu'il existe dans l'atmosphère un fluide élastique particulier qui se trouve mêlé avec l'air, et que c'est au moment où la quantité de ce fluide contenue sous la cloche est épuisée, que la calcination ne peut plus avoir lieu. »

Ces conclusions ne peuvent se tirer des expériences de Lavoisier, cela saute aux yeux, mais bien de celles de Priestley ; aussi le premier a-t-il bien soin de faire remarquer dans une notice qu'au moment où il entreprit ses recherches, il ne connaissait pas encore les travaux de son devancier.

Ce n'est plus l'observation, mais le raisonnement spéculatif qui fait découvrir une théorie nouvelle, une interprétation nouvelle des phénomènes de la chimie. Un seul résultat qui donne à peu près raison à son système, au milieu d'une suite d'autres qui le contredisent, c'est pour Lavoisier la sanction pleine et entière de ses idées. Priestley aurait, tout au plus, conclu de pareils résultats que l'augmentation de poids des métaux n'est pas en rapport direct avec la calcination, mais dépend de circonstances inconnues et secondaires.

La dernière expérience décrite dans les opuscules de Lavoisier, la combustion du phosphore, vint rendre plus sensible encore l'augmentation de poids subie par les métaux dans la fixation de l'air.

Peu de temps après, en 1774, Lavoisier réussit à prouver que l'excès de poids d'un métal après la calcination égalait celui de l'air absorbé. L'expérience sur laquelle il s'appuie est certainement de toutes celles qu'il fit la plus importante.

Eh bien ! chose remarquable, Boyle l'avait déjà faite cent ans auparavant, mais en avait tiré des conséquences tout autres.

Boyle (1) mit une once de plomb dans une cornue dont il souda hermétiquement le col et chauffa l'appareil avec une lampe à esprit de vin. Une partie du plomb se calcina. Après le refroidissement, il brisa la pointe du col et aussitôt l'air rentra avec sifflement dans la cornue. Le métal non calciné et la chaux pesaient ensemble 6 grains de plus que le métal primitif. La rentrée tumultueuse de l'air ne le met pas sur la voie ; il n'y voit pas une absorption de l'air primitif, mais la preuve seulement que l'appareil était hermétiquement clos. L'excès de poids trouvé il l'attribue à l'union de la matière du feu avec le plomb.

Lavoisier fait à ce sujet des réflexions fort justes (2).

« Si l'augmentation de poids des métaux calcinés dans les vaisseaux fermés est due, comme le pensait Boyle, à l'addition de la matière de la flamme et du feu qui pénètre à travers les pores du verre et qui se combine avec le métal, il s'ensuit que, si, après avoir introduit une quantité connue de métal dans un vaisseau de verre, et l'avoir scellé hermétiquement, on en détermine exactement le poids ; qu'on procède ensuite à la calcination par le feu des charbons, comme l'a fait Boyle ; et enfin qu'on repèse le même vaisseau après la calcination, avant de l'ouvrir, son poids doit se trouver augmenté de toute la quantité de matière du feu qui s'est introduite pendant la calcination.

Si, au contraire, l'augmentation de poids de la chaux métallique n'est point due à la combinaison de la matière du feu, ni d'aucune matière extérieure, mais à la fixation d'une portion de l'air contenu dans la capacité du vaisseau, le vaisseau ne devra point être plus pesant après la calcination qu'auparavant, il devra seulement se trouver en partie vide d'air, et ce n'est que du moment où la portion d'air manquante sera rentrée que l'augmentation de poids du vaisseau devra avoir lieu. »

Lavoisier procède de la même manière que Boyle, avec cette différence, qu'après avoir

(1) Kopp, *Histoire de la chimie*, t. III, p. 136.
(2) *Œuvres*, t. II, p. 106.

introduit le métal et scellé la cornue, il pèse le tout très-exactement avant et après l'opération. Le poids était demeuré invariable, ce qui prouvait qu'il n'était pas entré de matière pondérable du dehors en dedans de la cornue. Il ouvrit la cornue, la pesa de nouveau et trouva qu'il y avait une augmentation de poids de 10 grains ; il en était de même du métal calciné.

Ainsi, le point fondamental de la théorie de Lavoisier était acquis : la combustion ou la calcination n'est pas autre chose que la combinaison avec l'air du corps qui brûle ou se calcine, et c'est cette combinaison qui fait que ce corps augmente de poids.

Mais quel est donc, dans l'air que nous respirons, le fluide élastique qui se combine avec les métaux, tels que le phosphore, le soufre, par exemple, et quelle est sa nature?

La manière dont Lavoisier envisage cette question va nous montrer bien clairement le peu de cas qu'il fait des propriétés chimiques et la difficulté qu'il a à voir les choses en chimiste. Black avait déjà observé que l'air fixe (acide carbonique) ne pouvait entretenir ni la respiration ni la combustion. Cavendish avait vérifié le fait de manière à écarter tous les doutes ; il avait même prouvé que l'addition d'une petite quantité d'air fixe à l'air ordinaire diminue considérablement le pouvoir comburant de ce dernier : une bougie qu'il plongea dans un mélange de 8 neuvièmes d'air et de 1 neuvième d'air fixe, s'éteignit aussitôt.

Tout cela n'empêcha pas Lavoisier de voir dans l'air fixe le véritable comburant ; il dit en propres termes qu'il a des raisons de croire « que c'est en grande partie ce principe qui forme l'augmentation de poids des précipités métalliques, qui leur ôte leur éclat, qui les réduit sous forme de chaux, etc. (1). »

Lavoisier emprunte le secours de la physique, ce flambeau qui toujours éclaire sa route, pour interpréter les résultats des recherches de Priestley et reconnaît qu'une partie de l'air s'unit dans la calcination avec le corps calciné, dans la combustion avec le corps combustible et passe ainsi à l'état solide ou liquide ; mais comme à cette époque on ne connaissait qu'un seul gaz susceptible d'être absorbé, et qui avait reçu le nom d'air fixe à cause de cette propriété, Lavoisier pensa que c'était peut-être ce corps qui était fixé dans la combustion et la calcination. Cette supposition était impossible pour peu qu'on eût égard aux propriétés chimiques, mais la pensée de Lavoisier ne s'y arrête jamais.

Comme on le voit, l'impuissance de Lavoisier à procéder en chimiste est précisément ce qui, au début même de ses recherches sur la loi qui régit la combustion, écarte une des difficultés les plus graves. Jusqu'à ce moment le développement des idées théoriques de Lavoisier sur ce sujet est tout à fait indépendant de considérations chimiques. Mais pour établir les principes fondamentaux de la combustion, pour amener de simples idées, des vues sans consistance, à l'état de théorie féconde, il fallait trouver le gaz qui s'unit aux corps combustibles, il fallait le rayon de lumière éblouissant qui jaillit du phosphore lorsqu'on le plonge dans l'air du feu pur, pour que la pensée, comme illuminée soudain, saisît, comprît cet enchaînement régulier des phénomènes de combustion. C'est ici que commence le rôle du chimiste.

On admet généralement que Priestley, qui découvrit l'oxygène, dut cette féconde découverte à un heureux hasard. A ce sujet M. Ladenburg s'explique en ces termes, dans son *Histoire du développement de la chimie* : « Puisque Priestley convient qu'il n'a découvert l'oxygène que par hasard, disons hardiment que Lavoisier l'aurait trouvé infailliblement dans le cours de ses recherches (2). »

Voilà un raisonnement difficile à saisir. Comment ! Lavoisier, qui n'a jamais découvert un seul corps, Lavoisier qui n'a même jamais reconnu une propriété nouvelle dans un corps, aurait infailliblement découvert l'oxygène ! Et Priestley, à qui nous devons la connaissance de la plupart des gaz (avant lui on ne distinguait guère que deux gaz : l'air fixe et l'air inflammable), cet homme dont la carrière scientifique tout entière atteste un génie d'invention sans pareil, n'aurait dû sa découverte qu'au hasard ! M. Dumas lui-même fait remarquer dans ses leçons (3) l'enchaînement rigoureux des recherches de Priestley et regarde comme affecta-

(1) *Œuvres*, t. I, p. 593.
(2) Ladenburg. *Histoire des progrès de la chimie*, Brunswick 1869, p. 25.
(3) Dumas, *Leçons de philosophie chimique*, p. 108.

tion pure cet acte d'humilité. Dans son *Mémoire sur l'air déphlogistiqué et sur la composition de l'atmosphère*, qui est précisément celui où dès les premières lignes il bénit l'aveugle hasard, Priestley nous montre le plus clairement du monde ce qu'il faut penser de ses belles phrases sur le hasard (1) :

« Ces résultats, dit-il, me furent d'un grand secours pour la solution d'un problème que je n'avais jamais perdu de vue, comme le savent peut-être mes lecteurs; ayant découvert que l'air éprouvait des altérations sensibles dans sa constitution et par suite ne pouvait être un corps simple, mais un mélange, je me proposai de résoudre les questions suivantes : En quoi consiste ce mélange, ou bien qu'est-ce donc que le corps que nous respirons et quelle est sa constitution propre ? » Et ce n'est là encore qu'une faible partie de la tâche qu'il s'est imposée : il veut déterminer encore les rapports qui existent entre l'invariabilité des propriétés vitales de l'air et les causes permanentes qui l'altèrent, telles que la respiration, la combustion, la décomposition ; entre l'air, le sang et les poumons : c'est toute l'économie enfin de la nature, rapportée au rôle de l'air, qu'il veut découvrir ; il est vrai que la méthode qu'il emploie pour y arriver diffère beaucoup de celle que nous suivons pour étudier la nature. Priestley a remarqué que les différents gaz sont inégalement propres à entretenir la combustion et la respiration ; il examine alors à ce point de vue tous les fluides élastiques qui se présentent. Quelle joie il éprouve en rencontrant dans le bioxyde d'azote un moyen de mesurer les propriétés vitales de n'importe quel air ! moyen qui va lui éviter l'embarras de prendre tant de souris, et qui sera un réactif plus sûr et plus sensible.

Il a trouvé que beaucoup de substances solides dégagent de l'oxygène lorsqu'on les chauffe; il chauffe alors tout ce qui lui tombe sous la main, recueille le gaz s'il s'en dégage et la première question qu'il s'adresse est celle-ci : Ce gaz est-il propre à entretenir la respiration et la combustion, et dans quelle mesure ? Il est évident que ces recherches devaient conduire infailliblement Priestley à la découverte de l'oxygène, puisque ce gaz se distingue essentiellement de tous les autres en ce qu'il satisfait aux questions posées par ce chimiste.

Hales procéda tout à fait de la même manière, mais comme il se bornait à rechercher si un gaz était inflammable, et, s'il ne l'était pas, ne s'en occupait pas davantage, il laissa passer, pour ainsi dire, la découverte de l'oxygène, qu'il avait rencontré cependant dans le cours de ses recherches.

Quant à Lavoisier, il ne se pose aucune question sur les propriétés chimiques des corps qui font l'objet de ses travaux. La nature lui a refusé le don d'observer qualitativement les corps, de raisonner en chimiste. La détermination du poids et de la mesure peut conduire à supposer la présence de tel ou tel corps dans une combinaison, mais c'est l'observation seule de ses propriétés qui le fait réellement découvrir. Avec la balance et l'aréomètre seuls on ne peut découvrir aucun corps. Lavoisier, qui attribuait à l'acide carbonique le rôle de comburant, pour qui les poumons n'étaient qu'un soufflet sans utilité, n'aurait jamais découvert l'oxygène. En chauffant la chaux de mercure, Priestley en retira un gaz qui exigeait pour se saturer environ cinq fois plus de bioxyde d'azote que l'air ordinaire. Une bougie plongée dans ce gaz brûlait avec infiniment plus de vivacité et d'éclat que dans l'air atmosphérique. Un tison y décrépitait et s'y consumait avec une rapidité extraordinaire : on aurait dit un morceau de fer porté au rouge et qui lance des étincelles dans toutes les directions; une souris, qui, dans l'air, serait morte au bout d'un quart d'heure et qu'on avait plongée dans le gaz, loin d'éprouver le moindre malaise, en sortit comme surexcitée. Priestley s'assura, au moyen du bioxyde d'azote, que le gaz restant valait encore l'air atmosphérique. Bref, ce corps était sous tous les rapports cinq à six fois plus actif que l'air. Comme, d'après lui, les propriétés comburante et respiratoire de l'air tiennent à ce qu'il peut enlever le phlogistique aux corps inflammables, Priestley donna au nouveau gaz le nom d'air déphlogistiqué, par opposition à celui qui est tout à fait vicié par la calcination, par la combustion du soufre ou du charbon, qui est impropre à la respiration et à la combustion, qui ne peut plus s'emparer du phlogistique, en est pour ainsi dire saturé, et pour cette raison s'appelait l'air phlogistiqué. Les quantités de phlogistique contenues dans ces quatre corps, l'air pur ou déphlo-

(1) Priestley. *Recherches et observations faites sur différents gaz.*

gistiqué, l'air ordinaire, l'air vicié et le bioxyde d'azote, forment comme une progression croissante ; c'est le premier de ces corps qui en a le moins, le dernier qui en a le plus, car le bioxyde d'azote, eu égard à sa combustibilité, cède du phlogistique à l'air pur ou ordinaire, et il altère celui-ci comme le font tous les corps riches en phlogistique. Cette découverte trouva en Lavoisier un esprit mieux préparé à la comprendre que celui-là même qu l'avait faite. Les propriétés de l'air pur ou déphlogistiqué sont pour Lavoisier un trait de lumière : c'est ce gaz qui est le principe comburant, c'est lui qui se combine avec les métaux, augmente leur poids en passant de l'état gazeux à l'état solide, produit les chaux métalliques et s'unit aux corps inflammables. Lavoisier s'explique maintenant pourquoi il a obtenu de l'air fixe dans la réduction de la chaux par le charbon, pendant que le charbon disparaissait. C'est le même principe, à n'en plus douter, qui s'unit au charbon pour produire l'acide carbonique, qui se fixe sur les métaux, qui est contenu dans le salpêtre dont il fait un comburant extrêmement énergique, car le charbon brûle au contact du salpêtre et se change en cet air fixe que l'on obtient dans la réduction de la chaux.

La théorie de l'oxydation de Lavoisier, ou, comme on l'appela plus tard, le système antiphlogistique, est fondé dans sa partie essentielle. A partir de ce moment la combustion est pour Lavoisier la combinaison d'un corps avec la portion éminemment pure de l'air, ou air déphlogistiqué de Priestley : Le phlogistique n'existe plus pour lui. Les travaux auxquels il se livre en vue de consolider son système ne sont plus désormais que la simple traduction des travaux d'autres chimistes et notamment de Priestley, de la langue du phlogistique dans celle de l'oxydation.

La clarté et la logique qui distinguent les recherches de Lavoisier sur « la présence de l'air dans l'acide nitrique » et « sur la dissolution du mercure dans l'acide sufurique, » excitent l'admiration ; on reste stupéfait de tant d'intelligence et d'un talent d'investigation si extraordinaire ; mais ce génie reste stérile dans le domaine de la chimie pure ; il n'y introduit aucune idée, aucune méthode nouvelle ; c'est sur le procédé de préparation de l'acide sulfureux et du bioxyde d'azote, dû à Priestley, que Lavoisier s'appuie pour démontrer la présence de l'oxygène dans les acides sulfurique et nitriqne. Il a fallu, sans contredit, des facultés chimiques incomparablement plus grandes pour voir dans l'acide sulfureux de l'acide sulfurique phlogistiqué et dans le bioxyde d'azote une combinaison d'acide nitrique avec le phlogistique ; que pour changer le sens de « corps phlogistiqué » en celui de « corps pauvre en oxygène. » C'est surtout quand il faut débrouiller le chaos des expériences de Priestley que le génie de Lavoisier brille du plus vif éclat. Des résultats qui, par la faute de leur auteur même, seraient restés stériles, servent à Lavoisier à dévoiler le secret de la respiration. Lui qui, quelques années auparavant, ne soupçonnait même pas le rôle chimique de la respiration, en développe la théorie complète, encore admise aujourd'hui ; c'est que pendant l'intervalle il s'était familiarisé avec les propriétés de l'oxygène, et cette connaissance était indispensable pour asseoir sur des fondements solides une théorie de l'oxydation : sans cela les idées de Lavoisier seraient tombées dans un éternel oubli, comme celles de Rey, Hooke et Mayow.

Ainsi les matériaux et les principes de l'ancienne théorie ont préparé la nouvelle qui en est le fruit arrivé à maturité.

Guidée et soutenue par l'idée mère de la théorie phlogistique qui avait reconnu que les phénomènes chimiques de la combustion suivaient une marche constante, malgré leur extrême variété, la chimie du XVIIIe siècle avait, dans le domaine de la physique et de la chimie, accumulé une telle masse de faits et s'était tellement développée que, pour découvrir la liaison qui existait entre tous les phénomènes de la combustion, il n'y avait pas besoin d'être doué d'un esprit très-observateur, ni d'un génie créateur et transcendant ; il suffisait de ne point partager les préjugés de l'école en faveur d'une théorie vieillie et presque agonisante, d'avoir conservé toute l'indépendance d'un esprit non prévenu. Et alors ce qui restait caché aux maîtres de la science, asservis par la doctrine du phlogistique, le regard d'un simple amateur, dont le jugement était libre, pouvait le découvrir.

La théorie antiphlogistique ne marque pas le commencement d'une science nouvelle ; ce n'est même pas un saut brusque qui nous a fait passer de l'ancienne chimie dans la moderne;

mais une simple phase dans le développement successif et continu de la science, l'anneau d'une chaîne étroitement et indissolublement lié à ceux qui le précèdent ou le suivent. Ce que Black avait établi pour un groupe de combinaisons peu nombreuses, Lavoisier, à l'aide tant des principes et des méthodes de Black que des matériaux amassés par Priestley, l'appliqua à un grand nombre de composés. Quant à la transformation qui en résulta, ce n'est pas à Lavoisier qu'il faut en rapporter le mérite, mais aux savants qui avaient établi la parfaite analogie qui existe entre la combustion des huiles et de l'esprit de vin, l'acidification du soufre et du phosphore, la calcination des métaux et le grillage de la pyrite et de la blende.

Cette analogie, qui est le fond même du système phlogistique, était le précurseur nécessaire de la théorie de l'oxydation. La doctrine de Lavoisier n'a pas détrôné celle de Stahl ; elle la remplacée seulement : celle-ci était la fleur, celle-là le fruit qui lui succède.

Ce qui accuse bien nettement le dilettante en Lavoisier, c'est l'auto-da-fé qu'il fait de l'œuvre de Stahl intitulée *fundamenta chymiæ*. On dirait un enfant qui se moque de celui qui lui a donné le jour.

Lavoisier et ses contemporains ne voyaient pas de conciliation possible entre la partie hypothétique de la doctrine phlogistique, c'est-à-dire le phlogistique même, et la théorie de l'oxydation ; et cependant comme elle était facile !

Stahl n'avait pas été chercher ses idées dans les nuages. Les vues de ses devanciers, les siennes propres et celles de Lavoisier s'enchaînaient nécessairement les unes aux autres.

Déjà à une époque très-reculée on pressentait l'analogie qui existe entre la combustion et la calcination ; le terme *cineres* employé pour désigner la chaux en est une preuve, et le phlogistique n'est que le sulfure des alchimistes légèrement perfectionné. Supposez qu'on eût fait subir à ce sulfure amélioré un perfectionnement de plus, en le classant parmi les corps impondérables, la théorie du phlogistique complétait alors celle de l'oxydation et prenait la plus haute importance.

Le phlogistique n'a donc pas rendu le dernier soupir sur le bûcher dressé par Lavoisier : il n'a fait que perdre son poids.

Lorsque par une détermination plus exacte de la capacité calorifique des corps on eut reconnu que la chaleur dégagée pendant la combustion ne pouvait s'expliquer par la chaleur latente de l'oxygène, on se demanda, comme autrefois, qu'est-ce que c'est que le feu ?

Alors reparut le phlogistique si conspué auparavant et qu'on croyait mort. De matière pesante il était devenu matière impondérable et régna longtemps sous différents noms. Sous celui de polarité électrique il occupait dans la science une place fort honorable lorsque les chimistes français vinrent encore l'en chasser.

Depuis que la chimie, en qualité de science autonome et adulte, est sortie de l'alchimie, son berceau, elle s'est développée et se développe encore par l'étude du feu. Ses progrès ont donc été indépendants de ceux de la physique et le sont encore, bien entendu. Ces deux sciences n'en faisaient qu'une dans le siècle passé. Plus tard elles se sont séparées pour faire deux sciences distinctes, mais souvent la physique a envahi notre domaine pour l'enrichir ; il semble qu'aujourd'hui où elle l'a envahi encore, c'est pour la dernière fois et que décidément ces deux sciences, désunies contre nature, comme ces deux hommes d'Aristophane en un seul corps, que les dieux jaloux avaient séparés, reviennent à l'unité, gage d'une fécondité nouvelle.

Aussi le phlogistique ou chaleur envisagée chimiquement, la chaleur latente ou chaleur envisagée dans ses propriétés physiques, après s'être livré autrefois un combat acharné, se sont-ils fraternellement réconciliés, et pour effacer jusqu'au souvenir de leurs discordes passées ont pris tous deux le nouveau nom d'énergie.

A la fin du siècle passé on reconnut que la chaleur était impondérable : ce fut le signal d'une révolution dans la chimie ; la première transformation du même genre pourrait bien venir de cette autre découverte : la chaleur n'est qu'un mouvement particulier.

RECTIFICATION.

Dans sa session du 8 au 20 octobre de cette année, la Société russe de chimie, à propos des deux études intitulées : *État de la chimie en France* et *la Chimie constituée par Lavoisier*, l'une de Kolbe et l'autre de moi, a cru devoir exprimer ses regrets de ce que nous avions introduit dans le domaine de la science un élément qui lui est étranger.

MM. N. Zinin, A. Butlerow, D. Mendelejeff, A. Engelhardt, ont jugé à propos à leur tour de donner à l'expression de ces regrets une portée et une publicité plus grandes encore. Le nº 271 de la *Gazette de Saint-Pétersbourg* contient un article de ces messieurs où ils donnent libre cours à leur indignation.

Ils déclarent que leurs regrets portent beaucoup moins sur le fond même des idées que sur les motifs qui, suivant eux, auraient dicté ces deux études, et sur l'inopportunité de cette publication. Ils y voient l'effet de l'inimitié qui existe entre la France et l'Allemagne. « L'enivrement de la victoire est tel en Allemagne, disent-ils, qu'on y voit même des hom- « mes paisibles, voués à l'étude des sciences, s'exalter à leur tour, entraînés par le torrent ; « ce n'est plus seulement avec le fer et la flamme qu'on veut combattre l'ennemi, mais avec « la parole et l'idée, au grand détriment de la science et de la vérité. Il y a quelques mois il « était juste et possible de réfuter l'histoire des doctrines chimiques de Wurtz et de repous- « ser les prétentions de l'auteur ; on ne pouvait y voir que le vif désir, justifié ou non, de « redresser une erreur historique ; mais nous qui, par notre neutralité même, échappons à « l'enivrement de la victoire et du sang versé, nous trouvons qu'après s'être tu si longtemps « on aurait dû ne pas rompre le silence, et que le rompre maintenant c'est manquer de gé- « nérosité et trahir son ressentiment. » Pour motiver dans un journal politique une discussion de ce genre, ces messieurs terminent ainsi leur article : « L'examen objectif et impartial « de la question mène à cette conclusion bien remarquable, édifiante pour le chimiste et pour « tout le monde, c'est qu'aussitôt qu'un peuple est surexcité par la passion, on voit même « les hommes adonnés à l'étude des sciences exactes aller jusqu'à méconnaître les senti- « ments d'humanité. Tout homme sans prévention et qui voit les choses objectivement, « comprendra la fâcheuse impression que nous a faite la lecture des opuscules de Volhard « et Kolbe. »

Quiconque voit les choses objectivement, ou plutôt qui voit réellement l'objet de la question, aura certainement remarqué que mon opuscule a été imprimé dans la livraison de juillet du présent journal, laquelle, mise en vente au commencement du même mois, portait très-lisiblement au bas de la couverture : « Arrêté au 1er juillet. »

A la date du 1er juillet on n'avait pas en Allemagne le moindre pressentiment de l'éventualité d'une guerre entre ce pays et la France.

Mon opuscule était écrit, bien entendu, quelque temps déjà avant le 1er juillet, et même remis dès le 1er mai à la rédaction.

Ajouterai-je que le fond de l'ouvrage avait fait le sujet de deux conférences par lesquelles j'ouvris, au mois de novembre 1869, le semestre d'hiver de mon cours de 1869-1870 ?

On voit par là la profonde erreur de ceux qui attribuent cette publication à l'enivrement de la victoire et du sang, et combien le seul reproche qu'on m'adresse est peu fondé.

Quant au fond de la question, ces messieurs restent muets.

Cet écrit, disent-ils, n'est pas fait pour nuire sérieusement à la gloire de Lavoisier ; d'accord ; telle n'était pas mon intention non plus. Je n'ai jamais contesté l'influence sérieuse et durable qu'il a exercée sur les progrès de la chimie. Frappé des contradictions étranges qu'on rencontre dans l'histoire de cet homme éminent, des fautes incompréhensibles qu'il a commises, j'ai voulu en donner l'explication, qu'il ne faut chercher, selon moi, que dans un manque absolu des qualités du chimiste. Il suffit de rapprocher les travaux de Scheele de ceux de Lavoisier pour comprendre ce que je veux dire, et pour voir que l'un possédait à un haut degré l'art de poser et de résoudre les problèmes de la chimie, et l'autre pas du tout. Pourquoi s'en étonner ? Lavoisier n'avait étudié spécialement ni la pharmacie ni la médecine, et la chimie était le privilége exclusif de ces deux professions. Dire que La-

voisier n'était pas chimiste, ce n'est ni blâmer ni faire des reproches, c'est plutôt faire comprendre quelle était la sphère propre d'activité de ce grand esprit.

Ce n'est pas la première fois que la science a été révolutionnée par des hommes qui n'en faisaient pas leur étude exclusive ; l'histoire des sciences nous en offre d'assez nombreux exemples. Précisément parce qu'ils ne sont pas des hommes spéciaux, ces hardis novateurs échappent au joug des idées traditionnelles et qui règnent despotiquement dans l'école ; leur esprit conserve sa logique et sa clarté naturelles, leur jugement toute son indépendance. N'avons-nous pas vu dans ces derniers temps un médecin, qui n'est ni physicien ni mathématicien, le docteur J.-R. Mayer, transformer radicalement la mécanique, et de même un chimiste qui n'est pas physiologiste et ne prétend pas l'être, opérer de nos jours dans la physiologie une révolution aussi profonde et aussi féconde en résultats que celle de Lavoisier ? Quant à l'étude de Kolbe, sur l'*État de la chimie en France*, pas plus que la mienne, elle n'a pris naissance d'un sentiment d'inimitié et d'amertume, de l'enivrement de la victoire : elle a été faite dans le même esprit. Certaines remarques que j'avais faites dans ma préface, à propos du livre de M. Wurtz, attirèrent sur le même sujet l'attention du professeur Kolbe. Il fit aussitôt la critique d'un livre dont les premiers mots sont un démenti formel donné à l'histoire de la chimie. Les chimistes russes avouent même les avoir lus avec un profond étonnement, que toutefois ils n'ont pas formulé, tandis que le professeur Kolbe l'a fait : voilà toute la différence ; il va sans dire que ces messieurs n'ont pu trouver la phrase blessante, puisqu'à l'époque de Lavoisier la Russie n'avait pas encore joué de rôle dans l'histoire de la chimie. Si le professeur Kolbe a dit que l'exemple de M. Wurtz montre visiblement ce qui, dans le domaine de la science comme ailleurs, semble le fond du tempérament français, « l'amour de la conquête et un peu du pillage, » cette phrase : « la chimie est une science française, » suffit pleinement pour justifier cette assertion.

Munich, le 1er décembre 1870.

JACOB VOLHARD.

Je m'associe sans réserve à la rectification du professeur Volhard, et me dispense de répondre autrement à cette œuvre d'écolier, à cette prose indigeste et absurde des quatre chimistes de Saint-Pétersbourg. H. KOLBE.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

Séance du 11 décembre. — M. BECQUEREL donne un extrait de son troisième Mémoire sur la décoloration des fleurs par les décharges électriques. Il avait énoncé que la cause du phénomène, que l'on peut d'ailleurs aussi produire par l'action de la chaleur, devait être purement mécanique. Cette explication se trouve confirmée par les faits nouveaux observés par l'auteur. L'électricité agit comme la chaleur en détruisant les enveloppes des cellules qui renferment les matières colorées liquides ou en granules et les matières odorantes. Les matières colorantes s'épanchent alors, et il en résulte une destruction des couleurs de la fleur. La destruction de l'odeur a une cause tout analogue. L'altération graduelle des fleurs sous l'influence du soleil est probablement due aussi à une rupture de cellules. Il est probable enfin, toujours d'après M. Becquerel, que des effets mécaniques du même genre se produisent dans les tissus très-fins de l'organisme animal, par l'action de la chaleur et de l'électricité. L'électricité détruit peut-être les fausses membranes, et fait disparaître les dépôts qui accompagnent certaines maladies.

Les couleurs des papillons et de certains oiseaux, qui sont d'une autre origine que celles des fleurs, ne sont point influencées par l'électricité.

— Sur le froid du 9 décembre 1871 ; par M. DELAUNAY. — C'est entre Charleville et Paris que, le 9 décembre, s'étendait la région du minimum de température, localisé sur une très-petite étendue de la France. On avait à Paris — 21°.3, et à Charleville — 22°.3 ; en Angleterre, la température était voisine de zéro ; à Saint-Pétersbourg, on avait — 9 degrés ; à Vienne —

6 degrés; à Lyon — 14 degrés. Dans la nuit du 9 au 10, la température avait remonté de 14 degrés à Paris et à Charleville, mais le froid continuait à progresser *dans le sens du nord-est au sud-est*, comme d'habitude. Au moment où il arrivait à Paris (le 7), le thermomètre était remonté de — 22 degrés à — 8 degrés à Hernosand, et de — 26 degrés à — 11 degrés à Haparanda (golfe de Bothnie). Le 11 on avait de nouveau — 23 degrés à Haparanda.

— Sur la précocité du froid en 1871; deuxième note de M. Charles Sainte-Claire Deville. L'auteur signale d'abord le froid inusité du mois de novembre, et fait remarquer que les régions méridionales ont été les plus éprouvées. M. Deville parle ensuite du froid survenu le 9 décembre. A Montsouris, il a vu, vers huit heures du matin, — 23°.7, la moyenne de la journée a été de — 18 degrés. On ne connaît que deux cas où une température aussi basse ait été notée à Paris : le 21 décembre 1788, Messier a trouvé — 22 degrés, et le 23 janvier 1795 encore — 22 ou — 23 degrés (les détails manquent).

Le 9 décembre on a observé — 24°.4 à Aubervilliers, — 25°.6 à Épinal, et ainsi de suite.

— Sur l'intervention de l'azote atmosphérique dans la végétation; par M. Dehérain. — Les fumures n'expliquent pas tout l'azote que renferment les terres arables et les végétaux; il faut donc admettre que la terre fixe une partie de l'azote atmosphérique. M. Dehérain a constaté, par des expériences spéciales, l'absorption de l'azote gazeux pendant l'oxydation des matières organiques.

M. Dehérain donne les détails de son procédé. En résumé, il a fait six expériences à l'aide de l'acide humique mélangé de potasse, agissant sur de l'air atmosphérique, et sur cent volumes d'azote introduits, environ sept volumes ont été absorbés. Deux expériences ont été faites avec l'humus du vieux bois mélangé à la potasse; le gaz introduit était riche en oxygène, on a absorbé sur 100 volumes 3.6. Dans vingt expériences faites avec le glucose et l'ammoniaque agissant sur des volumes égaux d'air et d'oxygène, on a constaté une absorption de 6 pour 100 d'azote. Avec un mélange de glucose azotée et d'ammoniaque, l'absorption s'est élevée à 15 pour 100. Ainsi, en présence de la combustion lente des matières organiques, l'azote atmosphérique entre en combinaison, probablement pour former de l'acide nitrique, lequel, au contact d'un excès de matière carbonée, se réduit et cède son azote à la matière organique. Voilà donc l'origine de l'excès d'azote que l'on trouve dans les plantes et dans le sol sur les quantités fournies par les fumures. Ce n'est pas seulement par les six millièmes d'azote qu'il renferme que le fumier agit sur la végétation, c'est aussi par la matière carbonée en décomposition qui en constitue la masse entière, mais à la condition que celle-ci soit oxydée par l'air. Les conditions extérieures ont d'ailleurs une grande influence sur le phénomène de la fixation de l'azote atmosphérique; en les déterminant avec précision, peut-être parviendra-t-on à dévoiler les causes dominantes de la fertilité du sol.

— Sur la diffusion des vapeurs mercurielles; par M. Merget. — Voyez la *Revue de physique* du mois de décembre dernier.

— Sur la composition de la chaux phosphatée récemment exploitée dans les départements de Tarn-et-Garonne et du Lot; par M. A. Bobierre. — Les analyses ne sont pas encore complètes; elles accusent en moyenne 80 centièmes de phosphate de chaux tribasique correspondant à l'acide phosphorique.

— Sur les gisements de chaux phosphatée des cantons de Saint-Antonin et de Caylux (Tarn-et Garonne), par M. Trutat. — L'auteur complète la communication de M. Daubrée en précisant l'âge des dépôts. M. Daubrée y avait reconnu deux directions constantes, l'une allant de l'est à l'ouest, l'autre perpendiculaire à la première. Ces directions sont dues à des causes déjà décrites par M. Magnan dans une étude sur les formations secondaires des bords sud-ouest du plateau central, où l'auteur a signalé plusieurs failles remarquable (la *faille du Varen*, dirigée est-ouest, celle *de la Bonnette*, dirigée nord — 25 degrés est) dont les directions coïncident avec celles des gisements. Les dépôts parallèles à la faille de la Bonnette seraient les plus anciens et se seraient formés lentement, les autres seraient secondaires et résulteraient d'un remaniement postérieur. M. Trutat pense avec M. Daubrée que la précipitation des phosphates est due à des sources minérales, mais il conteste l'intervention de l'acide carbonique dans les dépôts primitifs, attendu qu'il n'existe pas de traces de corrosion sur les parois calcaires dans les fentes dirigées nord — 25 degrés est. Les premiers dépôts,

selon lui, seraient dus simplement à des eaux chargées de chaux phosphatée; dans les fentes dirigées est-ouest, au contraire, le dépôt phosphaté aurait été repris par des eaux chargées d'acide carbonique. Il signale enfin des débris fossiles appartenant à l'époque éocène.

— M. MALINOWSKI adresse de Cahors une nouvelle note relative à l'origine organique qu'il attribue aux phosphates de chaux naturels de Quercy. Il rappelle que telle était aussi l'opinion de Réaumur, énoncée en 1715.

— M. FONDET, président du tribunal civil de Chalon-sur-Saône, adresse le rapport qu'il a fait en 1869 sur les titres de Nicéphore Niepce à l'invention de la photographie. Il possède des pièces inédites qu'il met à la disposition de l'Académie.

— L'Académie a reçu de Leipzig une lettre aussi bête qu'inconvenante, adressée « à la rédaction des *Comptes-rendus* » par M. Jean-Ambroise Barth, éditeur du *Journal de chimie pratique*. Ce monsieur, prenant les *Comptes-rendus* pour un journal, les a compris dans la liste des feuilles scientifiques auxquelles il a cru devoir expédier le tirage à part de deux articles publiés en 1870 par MM. Kolb et Volhard dans le *Journal fur praktische chimie*. « Veuillez, s'il vous plaît, dit-il dans son épître, en donner une critique dans votre journal estimé, et m'en adresser aussitôt que possible un numéro contenant ladite critique. »

L'Académie a très-mal pris la chose. « Sans rechercher, dit M. Dumas, par qui et dans quel but cette lettre, au moins étrange, a été inspirée, on la publie. Lavoisier, dont les brochures qu'elle nous annonce dénigrent les travaux, appartient à l'histoire, et ses œuvres suffisent à sa défense. L'Académie n'a pas à s'engager dans une polémique ouverte avec tant d'opportunité l'année dernière, c'est-à-dire pendant le siége de Paris. »

Nous n'avons pas cru devoir cacher à nos lecteurs les brochures en question; la première, traduite par M. Dolinski, a été insérée dans notre numéro de décembre; la seconde, traduite par M. Eugène Dubois, a pu trouver place dans le présent numéro du *Moniteur scientifique*. Le *Compte-rendu* de la séance de l'Académie du 26 décembre mentionne d'ailleurs une nouvelle lettre explicative de M. Barth, qui déclare que l'intérêt personnel seul l'a guidé lorsqu'il a écrit à l'Académie comme *éditeur* des deux brochures, et que les *savants* engagés dans cette controverse sont complétement étrangers à son envoi et à la lettre qui l'accompagnait. « Ces déclarations, enregistrées selon son propre désir, donnent satisfaction à l'Académie. »

Nous trouvons la lettre de M. Barth *in extenso* dans le dernier numéro du *Journal de chimie pratique* qui nous est parvenu; le même cahier renferme une déclaration de M. Kolbe, qui dit qu'il n'a eu connaissance de la démarche de M. Barth que par le *Compte-rendu* du 11 décembre, et qu'il aurait empêché M. Barth de la faire, s'il en avait été prévenu. La balourdise est donc le fait du libraire, qui a voulu *opérer lui-même* et se mêler de choses qui ne sont pas de sa compétence.

Nous devons ajouter que, dans un numéro précédent de son journal, M. Kolbe déclare que l'article de M. Volhard sur Lavoisier est daté du *mois de mai* 1870, et qu'il a paru dans le numéro de juillet de son journal, *avant* la guerre.

M. Kolbe se plaint constamment de ce qu'en France « on feint d'ignorer » les critiques qu'on nous adresse d'Allemagne. Cela prouve qu'il n'a jamais lu le *Moniteur scientifique*. Nous ne craignons nullement de tenir nos lecteurs au courant des critiques qui intéressent la science, même lorsqu'elles sont faites sans tact et sans goût.

— M. BOUSSINESQ adresse une note sur une propriété remarquable des points où les lignes de plus grande pente d'une surface ont leurs plans osculateurs verticaux, et sur la différence qui existe généralement entre les lignes de faîte ou de thalweg et celles le long desquelles la pente du sol est un minimum. Il détermine l'équation d'une courbe dont les branches comprennent les lignes des pentes maxima et celles des pentes minima, et qui se compose des points où les plans osculateurs sont verticaux. — La ligne des pentes maxima se compose en général, pour chaque versant du sol, d'une seule branche qui court entre les lignes de faîte et de thalweg, en s'en tenant à d'assez grandes distances, et qui se projette horizontalement sur des points d'inflexion des projections horizontales des lignes de plus grande pente. La ligne des pentes minima se compose de branches dont une, et une seule, est en général située tout près de chaque ligne de faîte ou de thalweg, et du côté où celle-ci tourne sa convexité. On voit que les diverses branches de la ligne des pentes minima ne

sont point identiques avec les lignes de faîte ou de thalweg, comme on l'a cru longtemps.

— Sur un nouveau propulseur; par M. de Tastes. — C'est comme membre de la commission scientifique de Tours que l'auteur a étudié l'application des lames vibrantes à la propulsion des aérostats. Avec des lames minces de mica, de carton, etc., il a construit des espèces d'ailes qu'il fixait à l'extrémité d'une tige de fer, commandée par un électro-aimant. Il obtenait ainsi une trembleuse à double effet, et le mouvement des ailes était assez rapide pour produire un son. Ce mouvement a pour effet manifeste une violente aspiration de l'air ambiant; on peut en conclure que la réaction de l'air, s'exerçant sur un corps libre qui porterait l'aile, le pousserait en sens contraire. La lame vibrante est donc un propulseur. M. de Tastes en a fait l'essai dans l'eau, avec un petit bateau de 1 mètre de long, muni d'un moteur magnéto-électrique, et portant à l'arrière une lame vibrante, disposée à plat comme la queue des cétacés. L'essai a parfaitement réussi.

M. de Tastes a su, à cette occasion, qu'un Sicilien, nommé Ciotti, avait eu la même idée, et avait fait marcher sur le lac du bois de Boulogne un petit bateau à vapeur dont le propulseur était une véritable queue de poisson. M. Ciotti se trouvant alors à Tours, M. de Tastes l'associa à ses expériences; mais diverses circonstances en ont fait ajourner la continuation.

Dans la séance du 15 janvier 1872, M. Ciotti est revenu sur ce sujet pour rappeler que ses premiers essais datent de 1860; il les a commencés à Palerme avec un bateau à vapeur de $1^{m}.60$ de longueur, construit par M. Huer; en 1870, il les a repris sur le lac du bois de Boulogne avec un mécanisme construit par M. Struber, boulevard d'Enfer. Enfin il a pris un brevet le 23 avril 1869 pour un propulseur consistant en une ou plusieurs lames élastiques, auxquelles on imprime un « mouvement circulaire alternatif, analogue à celui de la queue du poisson. »

— Étude des vibrations communiquées au mercure et aux liquides en général; par M. A. Barthélemy. — L'auteur a projeté l'image de ces vibrations sur le mur au moyen d'un faisceau de lumière réfléchi par le bain de mercure et reçu par une lentille. Plusieurs gravures insérées au *Compte-rendu* représentent les nodales des bains de mercure de forme carrée, triangulaire, elliptique, etc., telles qu'on les voit projetées sur l'écran. C'est un moyen commode d'observer les vibrations; les expériences par elles-mêmes sont analogues à celles des frères Weber (*Théorie des ondes*).

— Sur la conformation du placenta chez le *tamandua tetradactyla*; par M. Alphonse Milne-Edwards. — Ce travail tend à faire admettre entre les types réunis sous le nom d'*Édentés* des différences fondamentales qu'on ne soupçonnait pas.

— Sur le *penicillium bicolor;* note de M. Seynes. — La couleur jaune de cette mucédinée est due à des bactéries punctiformes du genre vibrio (*vibrio synxanthus*). Le fait de la fixation des bactéries sur d'autres organismes n'est d'ailleurs pas nouveau.

— Recherches sur les propriétés physiologiques de divers sels du genre chlorure et sur les albuminuries métalliques; par M. Rabuteau. — Ces recherches ont porté sur les chlorures de sodium, de potassium, de magnésium, d'ammonium, de fer, d'or, de palladium, considérés dans leur action sur l'économie animale. Le chlorure de potassium active la nutrition et ralentit le pouls. Le chlorure de magnésium purge doucement. Les chlorures d'or et de palladium produisent des albuminuries.

— Sur le rôle de l'espace dans les phénomènes de dissolution; par M. Valson. — Il s'agit de la contraction que l'on observe généralement lors de la dissolution d'un sel dans l'eau. Cette contraction est beaucoup plus forte pour les sels anhydres que pour les sels hydratés; elle diminue rapidement à mesure que le titre de la liqueur augmente. Considérées au point de vue de l'énergie décroissante de la contraction, les substances se rangent dans l'ordre suivant :

1° Par rapport au radical métalloïdique :

Carbonates — sulfates — chlorures — azotates — iodures.

2° Par rapport au radical métallique :

Fer — zinc — cuivre — magnésium — strontium — baryum — calcium — sodium — plomb — potassium — ammonium.

Le chlorure d'ammonium seul a montré une faible dilatation. Voici d'ailleurs quelques chiffres. A côté du volume de sel employé V, nous donnons l'accroissement de volume v constaté avec une quantité illimitée d'eau et la contraction $\frac{V-v}{V}$.

	Volume V.	Accroissement v.	Contraction.
Sels anhydres.			
Carbonate de sodium........	21.1^{cc}	— 5.0	1.23
— potassium......	30.4	+ 6.5	0.78
Sulfate de sodium...........	27.0	8.2	0.69
— potassium........	33.1	18.5	0.44
Chlorure de fer..............	24.7	8.3	0.76
— strontium.......	26.8	6.0	0.77
— baryum.........	27.8	12.5	0.55
— calcium.........	24.8	12.5	0.49
— sodium..........	26.1	16.8	0.36
— potassium.......	38.3	26.8	0.30
— ammonium......	36.9	38.1	— 0.03
Azotate de sodium..........	37.6	27.5	0.27
— potassium........	52.2	37.0	0.29
Iodure de sodium...........	43.5	41.0	0.06
— potassium.........	54.3	51.0	0.06
Sels hydratés.			
Carbonate de sodium........	100.7	87.0	0.13
Sulfate de sodium...........	105.9	95.0	0.10

La propriété de cristalliser en retenant un nombre plus ou moins fort d'équivalents d'eau paraît liée avec une plus forte contraction quand le sel est anhydre (carbonate et sulfate de soude, etc.).

— Action du chlore sur le chlorure d'isopropyle; note de MM. Friedel et Silva. — Les auteurs ont continué leurs recherches sur les corps de la série en C^3.

— Dérivés du chlorure de tollylène; note de M. E. Grimaux.

— Sur l'existence du terrain tertiaire inférieur à Madagascar; note de M. P. Fischer. — Les collections rapportées par M. Grandidier ont permis de constater dans cette île la présence des terrains tertiaires et jurassiques.

— Note sur des phénomènes acoustiques observés en ballon; par M. W. de Fonvielle. — L'auteur pense que l'enveloppe du ballon résonne comme une membrane sous l'influence de certains sons extérieurs. La masse gazeuse intérieure doit posséder également des sons propres.

— Sur la combustibilité du carbone; par M. Dubrunfaut. — L'auteur croit avoir constaté par diverses expériences que *le carbone ne peut brûler que sous l'influence de l'eau*, qu'il transforme en hydrogène et en oxyde de carbone. Cela résulterait de ce qu'on observe lorsqu'on produit le gaz rutilant, ou lorsqu'on essaie de brûler le charbon du sucre, mêlé à l'oxyde de cuivre. M. Dubrunfaut tire de ces faits la conclusion que l'oxygène employé dans les expériences classiques de MM. Dumas et Stas n'était point parfaitement sec, puisque le carbone y brûlait avec facilité. Rappelant ensuite les discussions récentes relatives aux spectres multiples des gaz, il va jusqu'à poser en thèse générale que nous ne connaissons pas les gaz purs et anhydres.

(M. Dubrunfaut revient sur ce sujet dans la séance du 8 janvier; M. Dumas lui répond d'abord séance tenante, puis assez longuement le 15 janvier.)

— Sur le dosage du glucose; note de M. F. Jean. — Le sucre, transformé en glucose, est ajouté à une solution de tartrate double de potasse et de cuivre, et le tout porté à l'ébullition. Le précipité de protoxyde de cuivre est dissous dans l'acide chlorhydrique, et la solution, rendue fortement ammoniacale, versée dans un vase à précipité, contenant du nitrate d'argent dissous dans l'ammoniaque. On pèse l'argent métallique qui est précipité : l'équivalent de glucose correspond à 5 équivalents d'argent, ou 100 de glucose à 300 d'argent (100 de sucre de canne à 316 d'argent).

— M. Neyreneuf adresse une note sur le tourniquet électrique.

Séance du 18 décembre. — M. Chasles communique la suite de ses théorèmes relatifs aux axes harmoniques des courbes géométriques.

— M. Delaunay revient sur les froids de décembre 1871. Il décrit, d'après les cartes météorologiques de l'observatoire de Paris, la marche des courbes barométriques dans la partie occidentale de l'Europe pendant l'intervalle de temps où le froid s'est accentué d'une manière si extraordinaire. Il est clair que les variations de la température sont dans une connexion étroite avec les bourrasques qui parcourent le continent. M. Delaunay invite les lecteurs européens des *Comptes-rendus* à lui adresser les observations de température qu'ils auraient faites du 1er au 15 décembre.

— De l'influence de la neige sur la température du sol à diverses profondeurs, selon qu'il est gazonné ou dénudé; par MM. Becquerel père et fils. — On admet que la neige préserve es récoltes de la gelée; mais dans quelle mesure? On n'avait que des notions vagues à ce sujet. MM. Becquerel ont profité des neiges de décembre pour élucider la question. On a fait des observations au Jardin des plantes et à l'Observatoire; les tableaux montrent qu'une couche de 7 à 8 centimètres sur un sol gazonné préserve efficacement de la gelée les objets à une profondeur de 5 centimètres lors même que la température de l'air descend à — 20 degrés. Sous un sol dénudé, on rencontre à la même profondeur une température de 1 à 2 degrés au-dessous de zéro, quand celle de l'air descend à — 20 degrés. On peut donc conserver dans des silos, à peu de profondeur, des racines et des graines, quand le sol est gazonné, tandis qu'il faudrait craindre la gelée sous un sol dénudé ou ayant reçu un labour.

— M. Edm. Becquerel présente des remarques sur le froid du 9 décembre. Le froid paraît avoir été dans le département du Loiret plus intense qu'à Paris; on a observé — 25°.5 le 9 décembre à Montargis, et — 27°.5 près Courtenay.

— M. Ch. Sainte-Claire Deville rappelle qu'on a eu — 26 degrés à Nemours le même jour. Il communique un tableau des minima obtenus, du 7 au 15 décembre, dans les six postes sémaphoriques de la marine, qui montre très-bien la transmission assez lente du froid du nord et de l'est vers le sud et l'ouest.

— Réponse à un mémoire de M. Liebig, relatif aux fermentations; par M. Pasteur. — « M. Liebig a publié en 1870 un grand mémoire sur les fermentations, qui vient d'être traduit dans les *Annales de chimie et de physique,* » dit M. Pasteur. Cette date est erronée, et a donné lieu à des malentendus. Les travaux dont il s'agit sont de 1868 et de 1869, ils ont été imprimés dans les Comptes-rendus de l'Académie des sciences de Munich pour 1868 et 1869. Nous allons d'ailleurs publier nous-mêmes une traduction plus complète et plus exacte de ce mémoire.

M. Liebig conteste que M. Pasteur ait pu produire de la levûre de bière et la fermentation alcoolique dans un milieu minéral sucré où il avait semé une quantité très-petite de levûre. Là, en effet, est la pierre de touche de la vérité. Pour M. Liebig, la fermentation est un phénomène de mort, pour M. Pasteur c'est un phénomène de vie, c'est-à-dire qu'il a pour cause prochaine des êtres organisés qui se multiplient. M. Pasteur soutient que les fermentations sont provoquées par des germes que charrie l'atmosphére.

L'illustre chimiste profite de l'occasion pour remettre sous les yeux de l'Académie un flacon ouvert où se trouve de l'eau de foin vert depuis le 24 juin 1864, et qui est restée limpide depuis lors, uniquement parce que le col recourbé ne laisse pas pénétrer dans le liquide les poussières en suspension dans l'air, qui se dépose sur les parois extérieures du flacon. Une parcelle de poussière dans le liquide suffirait à le faire fermenter.

M. Pasteur rappelle brièvement et ses expériences et ses arguments. Il suppose que M. Liebig n'aura pas su lever certaines difficultés pratiques. C'est ainsi que l'intervention d'infusoires étrangers peut gêner le développement de la levûre; mais ces obstacles ont eux-mêmes leur signification, favorable à la théorie de M. Pasteur.

Après la théorie de la fermentation alcoolique, M. Liebig critique celle de la fermentation acétique, basée par M. Pasteur sur le *mycoderma aceti.* M. Liebig prétend qu'avec l'alcool dilué les éléments de nutrition du mycoderme sont exclus, et que le vinaigre se fait sans leur intervention. Il a consulté le chef d'une grande fabrique de vinaigre, M. Riemerschmied; ils n'ont pu constater ensemble aucune trace du mycoderme sur les copeaux de bois qui

servent depuis vingt-cinq ans dans la fabrique. M. Pasteur offre donc à M. Liebig de répéter les expériences contestées devant des arbitres que M. Liebig pourra désigner dans le sein de l'Académie, et qui se prononceront entre lui et M. Pasteur; seulement ce sera M. Liebig qui devra faire la dépense de ces expériences. Il pourra aussi envoyer à l'Académie des copeaux séchés de la fabrique en question; M. Pasteur se chargera d'y montrer la présence du mycoderme. Enfin, il pourrait prier M. Riemerschmiedt de remplir un de ses tonneaux à vinaigre d'eau bouillante pendant une demi-heure, puis de le remettre en marche; ce tonneau dès lors *ne fera plus de vinaigre*, au moins pour longtemps.

— Sur la proposition de M. le président, l'Académie s'engage à supporter la dépense que M. Pasteur pourrait faire pour la solution des questions soulevées par cette discussion.

— M. Frémy présente à son tour quelques remarques. Il rappelle son mémoire sur la *fermentation lactique*, publié en 1841, avec M. Boutron. Il a toujours conservé les idées énoncées à cette époque, ainsi qu'on le verra dans un mémoire encore inédit qu'il a déjà fait lire à plusieurs de ses confrères. Il ne partage nullement les idées de M. Pasteur sur la fermentation. Il ne comprend pas l'ubiquité des germes de levûre, qui *partout* tombent *immédiatement* dans un suc de raisin parfaitement limpide qu'on expose à l'air, et y produisent la fermentation alcoolique. D'ailleurs, puisque d'après M. Pasteur des germes de levûre peuvent aussi se développer dans une liqueur qui contient du sucre, des phosphates et des sels ammoniacaux, pourquoi ne voit-on jamais une pareille liqueur entrer en fermentation alcoolique au contact de l'air? M. Frémy soutient que l'air n'apporte pas de germes de levûre dans un suc végétal fermentescible, et que c'est la matière albumineuse du suc végétal qui, au contact de l'air, se transforme en levûre.

— M. Pasteur répond que la liqueur dont parle M. Frémy étant plus fertile pour d'autres ferments que pour la levûre, il est déjà difficile d'y produire de la levûre par ensemencement; demander qu'elle se produise toute seule, c'est demander que du blé pousse sur un terrain couvert d'autres plantes et qui n'est pas fertile pour le blé. C'est une simple difficulté pratique. Quant aux explications que M. Frémy donne lui-même des fermentations, ce sont des assertions gratuites et sans preuves.

— Disposition remarquable des stomates sur divers végétaux, en particulier sur le pétiole des fougères; par M. Trécul.

— Des conditions de résistance d'un volant; note de M. Résal. — M. Résal donne la solution d'un problème que M. Poncelet n'a fait qu'effleurer. Il prie l'Académie de le comprendre au nombre des candidats à la place vacante par le décès de M. Piobert.

— M. Charles Sainte-Claire Deville communique une lettre de M. Janssen, datée de la côte de Malabar, 19 novembre. M. Janssen se prépare à observer l'éclipse.

— Trois télégrammes de M. Janssen, datés d'Ootacamund, 12, 18 et 19 décembre, annoncent que l'observation a parfaitement réussi, et que le spectre de la couronne démontre l'existence d'une atmosphère d'hydrogène très-rare bien au delà de la chromosphère.

— Sur la transformation du potentiel par rayons vecteurs réciproques; note de M. Haton de la Goupillière. — Le résultat est encore un pareil potentiel. L'auteur établit encore divers autres théorèmes importants.

— Sur les droites qui satisfont à des conditions données; note de M. Halphen.

— Influence des diverses couleurs sur la végétation; note de M. P. Bert. — L'auteur a placé sous des verres de couleur vingt-cinq espèces végétales, et en a suivi le développement. Il croit avoir établi : que la couleur verte est presque aussi funeste aux plantes que l'obscurité; que la couleur rouge leur est encore fort nuisible; que la couleur jaune est moins dangereuse que les précédentes, et la bleue moins nuisible que la jaune. En définitive, toutes les couleurs, prises *isolément*, sont mauvaises; leur réunion, qui forme le blanc, est nécessaire à la santé des plantes.

— Sur les dolérites de la chaux de Bergonne et sur les zéolithes qu'elles contiennent; note de M. F. Gonnard.

— Sur la nature complexe de la cathartine; par M. E. Bourgoin. — Le « principe purgatif » du séné serait un mélange d'acide chrysophanique, de glucose dextrogyre et de « chrysophanine, » substance nouvelle dont l'auteur indiquera prochainement les propriétés.

Séance du mardi 26 décembre. — Recherches sur l'origine des levûres lactique et alcoolique; par M. Trécul. — En 1868, l'auteur avait identifié les bactéries avec la levûre lactique de M. Pasteur, et cette conclusion a été confirmée en 1869 par M. H. Hoffmann. Ce dernier toutefois croit les bactéries apportées par l'air, tandis que M. Trécul les croit formées par la modification de la matière albuminoïde tenue en dissolution dans le moût de bière dont il a fait usage; il est résolument hétérogéniste. Pour lui, voici la série des transformations observées : matière albuminoïde chargée en bactéries ou directement en levûre alcoolique ou en mycoderma; bactéries en levûre lactique en devenant immobiles; levûre lactique en levûre alcoolique; celle-ci en *mycoderma cerevisiæ;* enfin ce dernier en *penicillium.* M. Trécul donne les détails des expériences qui justifient cette assertion. Il conteste la possibilité de l'introduction de spores ou cellules de mycélium dans le liquide préparé avec les précautions nécessaires. En résumé, toutes les probabilités sont pour la formation des bactéries et de la levûre aux dépens des matières albuminoïdes du liquide fermentescible. Pour mettre cette conclusion en évidence, il faudrait poursuivre l'origine de ce que l'auteur a appelé des *amylobacter*, c'est-à-dire des bactéries amylacées, petits corps très-embarrassants pour les adversaires de l'hétérogénie, et dont ces derniers évitent de parler.

M. Pasteur répond que ses mémoires renferment des réponses décisives sur la plupart des questions qui viennent d'être soulevées par M. Trécul, lequel n'apporte, dit M. Pasteur, que des faits douteux et des observations incomplètes. En même temps, M. Pasteur s'étonne de voir M. Fremy s'en tenir aux assertions de sa dernière note, qui ne renferme que des opinions surannées sans preuves aucunes. M. Pasteur, s'il n'a pas explicitement démontré que le suc de raisin, exposé à l'air et privé de ses germes, ne peut pas fermenter, a du moins démontré ce fait pour le sang et l'urine, ce qui est théoriquement la même chose. Le corps humain est fermé à l'introduction des germes qui pourraient faire fermenter ses liquides; c'est là un fait de la plus haute importance, qui sert de base à la méthode chirurgicale du docteur Lister.

— M. Regnault, à propos des expériences de M. Merget sur les vapeurs de mercure, rappelle qu'il a déjà constaté la présence des vapeurs mercurielles à une température inférieure à zéro, au moyen d'une plaque daguerrienne (*Annales de physique,* 1844). M. Regnault a retrouvé dans ses papiers une expérience de ce genre, faite en 1838, à 13 degrés au-dessous de zéro; la glace employée existe encore.

— M. Boussingault rappelle que, lorsqu'il a fait une communication relative à l'action délétère des vapeurs de mercure, il a mentionné des expériences de M. Regnault qui prouvent l'existence de ces vapeurs à — 10 degrés.

— M. Favre communique ses recherches sur la conductibilité électrique des liquides. Il a pu démontrer qu'elle peut s'observer en dehors de toute électrolyse. Les expériences dont il donne les détails prouvent en effet que les liquides ont une conductibilité propre, et que, dans des circonstances déterminées, les liquides traversés par un courant n'éprouvent aucune électrolyse. Le liquide du voltamètre, à mesure que l'électrolyse se ralentit, fonctionne à la manière d'un arc de dérivation où passe une partie du courant sans produire d'effet chimique.

— M. d'Arlincourt adresse la description d'un nouveau relais télégraphique qui marche sans réglage.

— M. J.-A. Barth adresse la lettre que nous avons déjà analysée (*séance du* 11 *décembre*).

— MM. H. de Ruolz et A. de Fontenay adressent une lettre de laquelle il résulte que, de 1854 à 1859, ils ont fait pour l'amélioration du métal des bouches à feu en bronze ou en fonte, des travaux identiques à ceux de MM. Montefiore-Levi et Kunzel (séance du 28 août 1871). Ces travaux ont d'ailleurs donné lieu à des expériences pratiques dans les fonderies et polygones de Douai, Strasbourg et Nevers. On n'en a pas publié les résultats parce qu'on craignait de les divulguer. Les essais ont porté sur l'emploi du phosphore, du manganèse, du nickel. Cette réclamation de priorité est suivie de réflexions morales sur la convenance qu'il y a de tenir secrètes des inventions relatives à l'art de la guerre.

— M. Maurice Levy pose sa candidature pour la place de M. Piobert.

— M. Brioschi adresse une note sur l'équation du cinquième degré.

— M. Berthelot communique la suite de ses recherches sur l'état des corps dans les dissolutions. Il a déjà montré que les doubles décompositions entre sels dissous peuvent être constatées et même mesurées, lorsqu'une base, en s'unissant à deux acides donnés en présence d'une quantité d'eau déterminée, dégage des quantités de chaleur telles que leur différence ne soit pas la même que celle des chaleurs dégagées par une autre base unie aux deux mêmes acides. M. Berthelot a fait l'application de cette remarque à l'étude de sels ammoniacaux, du carbonate d'ammoniaque spécialement. Il vient aujourd'hui soumettre à une étude analogue les sels métalliques formés par les oxydes de zinc, de cuivre, de plomb, le peroxyde de fer, etc. Le résultat général de cette étude est toujours le même : le sel le plus stable, produit par l'union de l'acide fort avec la base forte, se forme de préférence. Il faut noter ici que la chaleur dégagée par la formation des sels métalliques varie avec la proportion d'eau mise en présence dans des limites bien plus étendues que pour les sels alcalins.

— Sur l'origine du carbone fixé par les végétaux à chlorophylle ; note de M. Cailletet. — Quelques physiologistes pensent, avec J. Sachs, que les plantes à feuilles vertes forment leur substance combustible en partie par l'absorption des matières organisées, en partie par la décomposition de l'acide carbonique. M. Cailletet pense que *tout* le carbone fixé par ces végétaux provient de l'acide carbonique de l'atmosphère, qui, absorbé par les organes verts, se décompose et se transforme en produits organisés sous l'influence de la lumière. Il est arrivé à cette conclusion en recherchant si une plante à chlorophylle en pleine végétation peut continuer à se développer lorsqu'on soustrait ses parties vertes à l'action de l'acide carbonique de l'atmosphère. M. Cailletet a expérimenté sur des lentilles, des passiflores, des colza; toujours, quand l'acide carbonique cessait d'arriver au contact des parties vertes, le développement de la plante s'arrête, ses feuilles inférieures jaunissent et tombent, la vie semble se retirer à la partie supérieure de la tige, qui bientôt se meurt à son tour. Quand la plante va périr, si l'on substitue au courant d'air pur de l'air chargé d'acide carbonique, elle se ranime et végète de nouveau. On peut donc dire que l'acide carbonique dissous, ainsi que les produits de la décomposition des engrais mis en contact avec les racines, sont insuffisants pour l'entretien de la vie des plantes à chlorophylle ; il leur faut l'acide carbonique de l'atmosphère pour vivre.

— Appareil pouvant servir à mesurer les températures d'altération et de détonation des composés explosifs ; note de MM. Leygue et Champion. — L'appareil est fondé sur la distribution connue de la température dans une barre métallique chauffée à l'une de ses extrémités ; on mesure les températures de quelques points à partir de l'extrémité froide, et l'on obtient les autres par une construction graphique. La base employée était en cuivre, de 60 centimètres de longueur. Dès que la température des thermomètres devenait stationnaire, les corps à étudier étaient déposés sur la barre et approchés progressivement de la source de chaleur, jusqu'à la division où ils éprouvaient une altération. Voici quelques résultats :

	Température d'inflammation et de détonation.
Poudre des amorces de chassepot	191°
Fulminate de mercure	200°
Coton-poudre	220°
Poudre de chasse	288°
Poudre à canon	295°
Poudres au picrate	315° à 380°
Nitroglycérine détone à	256°
Soufre s'enflamme à	246°

— Analyse de l'amblygonite de Montebras ; par M. Pisani. — L'auteur démontre que la « Montébrasite » n'est point une espèce nouvelle, comme l'a supposé M. Moissenet (séance du 31 juillet 1871), mais bien une véritable amblygonite.

— Modifications que subit l'acide nitreux au contact du sol ; note de M. Chabrier. — Dans deux séries d'expériences, des solutions de nitrites alcalins étaient mises en contact avec le sol arable. Dans la première série, le contact était restreint et intermittent, comme cela se produit lorsque la pluie tombe sur le sol ; dans la deuxième, l'immersion était complète et continue, comme dans un terrain noyé. Dans les expériences de la première catégorie, on a

positivement constaté la production d'acide *nitrique* dans la terre ; celles de la seconde catégorie ont donné des résultats beaucoup plus nets. A partir d'un certain point, plus vite atteint pour l'acide nitreux que pour l'acide nitrique, point variable suivant la nature du sol, la solution d'un nitrite, filtrée d'une manière continue à travers la terre, ne contient plus après la filtration ni acide nitreux, ni acide nitrique. Après une longue filtration, la totalité des produits nitrés contenus soit dans le liquide filtré, soit dans la terre égouttée, ne représente pas la moitié de l'acide nitreux versé sur le sol.

— Coexistence de deux types lithologiques dans la même chute de météorites ; note de M. St. Meunier. — Les chutes de Sigena (1773) et de Trenzano (1856) ont fourni chacune deux types de roches différents.

— Explication, à l'aide de la théorie des franges, de l'apparition d'auréoles lumineuses observées dans les ascensions aérostatiques ; par M. W. de Fonvielle.

— Sur une épidémie d'ictère essentiel observée à Paris et dans les environs ; par M. E. Decaisne. — « Certes, dit l'auteur, ce n'est pas la première fois qu'on observe à Paris des cas de jaunisse. » Parbleu !

— M. J. Béclard croit devoir rappeler ses expériences concernant l'influence de la lumière violette sur les phénomènes de la vie (1858).

— Candidats de la section d'économie rurale, pour remplacer feu Payen : 1° M. Hervé-Mangon ; 2° MM. Déhérain et Schlœsing.

Séance du 2 janvier. — M. Faye remplace M. Coste, président sortant, qui ne peut assister à la séance, mais qui espère que le rétablissement de sa santé lui permettra bientôt de prendre place parmi ses confrères. M. Faye fait donc connaître l'état de l'impression des *Mémoires de l'Académie* et des *Mémoires des savants étrangers*, ainsi que les changements arrivés parmi les membres et correspondants de l'Académie en 1871. Morts : le général Piobert, MM. Longet, Payen, J. Herschel, Murchison, Haidinger, Lecoq. Membres élus : MM. Puiseux, Lacaze-Duthiers, Belgrand.

— M. Mathieu présente l'*Annuaire du Bureau des longitudes* pour 1872. Ce volume renferme une intéressante notice de M. Delaunay sur les comètes périodiques,

— M. Delaunay lit une note sur les mouvements du périgée et du nœud de la lune. Le calcul avait d'abord donné pour ces inégalités des valeurs en désaccord avec l'observation, mais ce désaccord a diminué à mesure qu'on poussait plus loin les approximations. Malgré tout, le résultat n'est pas encore d'une exactitude suffisante pour la construction des Tables de la Lune ; on est toujours obligé de recourir à l'observation pour ces deux données importantes. « C'est un reste d'empirisme que nous sommes obligés de conserver encore dans la théorie de la Lune jusqu'à ce que, par quelque nouveau procédé spécialement adapté à ce point particulier, on soit parvenu à y porter l'approximation à un degré suffisant. » Toutefois, les valeurs théoriques concordent déjà d'une manière très-sensible avec celles qui résultent des orbservations discutées par M. Airy. M. Delaunay trouve aujourd'hui pour le moyen mouvement diurne du nœud de la Lune — 190.7454, pour celui du périgée 400.9425 ; les observations donnent respectivement 190.633 et 401.058 ; différence : 0.112 et 0.115. Ces différences sont insignifiantes.

M. Chasles donne la suite de ses theorèmes relatifs aux axes harmoniques des courbes géométriques.

— M. Pasteur déclare que la lecture de la note de M. Trécul sur l'origine des levûres n'a modifié en rien les impressions qui ont dicté sa réponse verbale ; il n'y trouve rien qui puisse atteindre l'exactitude de ses expériences ou de ses théories.

— M. Trécul, de son côté, continue ses communications. Il parle aujourd'hui des cellules de levûre de bière devenues mobiles comme des monades sous ses yeux, et il donne tous les détails de son observation. De la mousse de bière de Bavière ayant laissé déposer de la levûre on décanta la bière et on remplit d'eau le flacon qui contenait cette levûre. Trois jours après, M. Trécul trouvait à la surface du liquide presque toutes les cellules de levûre, qui s'y mouvaient avec la vivacité des monades les plus agiles ; elles n'avaient pas sensiblement grossi, ni changé de forme, et elles étaient dépourvues de cils. Ces cellules se tenaient à la surface

du liquide, probablement pour se rapprocher de l'air. Sur le porte-objet du microscope, elles se rassemblaient vers les bords de la lamelle de verre qui couvrait le liquide, et s'y altéraient rapidement, en se dilatant et se vidant de leur plasma, qui se répandait alors dans le liquide environnant.

— Le P. SECCHI adresse une nouvelle lettre relative à la température du soleil. Il veut d'abord réfuter les articles que M. Ericsson a publiés contre lui dans le journal anglais *Nature*. Il dit que les observations ne lui avaient donné pour cette température que 5 millions de degrés; ce sont d'autres considérations qui l'ont engagé à porter ce chiffre à 10 millions. Le résultat sera différent suivant le degré d'importance qu'on attachera à telle ou telle condition d'expérience, et notamment suivant le moyen employé pour évaluer la radiation solaire. Il y a pour cela l'actinomètre d'Herschel, le thermomètre noir, le thermo-héliomètre, etc. Le P. Secchi discute l'exactitude des indications de ces instruments ; celui qu'il a employé lui-même était l'instrument de Waterston perfectionné. Il se lance ensuite dans le détail des critiques soulevées par M. Ericsson, qui offrent pen d'intérêt.

— M. E. VICAIRE adresse à son tour une note sur la température solaire. Le P. Secchi l'évalue à 10 millions de degrés, M. Spœrer à 27.000, Pouillet à environ 1600 degrés ; ce dernier chiffre repose sur le même phénomène, sur lequel s'appuie l'évaluation extravagante du P. Secchi (la radiation solaire). D'après M. Vicaire, c'est le résultat de Pouillet qui est infiniment plus voisin de la vérité. L'erreur du P. Secchi consiste dans l'emploi de la formule de Newton pour le rayonnement calorifique. Il observe l'excès de la température d'un thermomètre noirci sur la température stationnaire de l'enceinte, et il divise cet excès par le rapport a de la surface apparente du soleil à la surface totale d'une sphère concentrique au thermomètre, pour obtenir la température T du soleil. On suppose alors que a est une très-petite fraction. Mais la loi de Newton cesse d'avoir lieu pour des températures un peu élevées; il faut alors recourir à la loi de Dulong et Petit, qui conduit à ce résultat paradoxal, que le thermomètre absorbe d'autant plus de chaleur qu'il est lui-même plus chaud. Cela doit être un effet de thermochrôse. En établissant les formules d'après cette loi, et en prenant $a = 184000$, et l'excès de température = 29 degrés avec le P. Secchi, on trouve T = 1400 degrés. Pouillet avait trouvé de 1460 à 1760 degrés, à peu près la même chose.

Il résulte de cette discussion que la température de la surface solaire est *tout à fait comparable à celle de nos flammes*.

On peut encore faire le raisonnement suivant. D'après Pouillet, 1 mètre carré de la surface solaire dégage par heure 50 millions de calories ; c'est la chaleur que dégagent en brûlant 6000 kilogrammes de houille, — la consommation de 20 locomotives, lesquelles brûlent chacune plus de 300 kilogrammes par heure sur une grille de 1 mètre carré. La moitié de cette chaleur se dégage par rayonnement ; il produit donc une grille de 40 mètres carrés (ou plutôt de 80, en tenant compte des deux faces de la couche du combustible) pour obtenir la radiation d'un mètre carré du soleil. Or, la température du foyer n'atteint nulle part 2000 degrés, celle d'un chalumeau d'oxygène et d'hydrogène est de 2500 degrés, et d'après la loi de Dulong et Petit, une augmentation de 600 degrés suffit pour centupler le rayonnement. Il s'ensuit que la température du soleil doit être voisine de 2500 et inférieure à 3000 degrés. C'est toujours l'ordre de grandeur trouvé plus haut.

— M. FAYE fait remarquer, à ce propos, que M. W. Thomson a déjà tiré la même conclusion du pouvoir émissif observé par Pouillet, dans une note sur l'âge de la chaleur solaire, publiée en 1862.

— M. SAINTE-CLAIRE DEVILLE appuie les conclusions de M. E. Vicaire.

— M. EDMOND BECQUEREL est tout à fait du même avis.

— M. FIZEAU ajoute que les conclusions de M. Vicaire s'accordent parfaitement avec les résultats des expériences photométriques; on a trouvé, en effet, que la lumière Drummond a un éclat intrinsèque qui n'est que 56 fois plus faible que celui de la lumière électrique, et celle-ci n'est que deux fois et demie plus faible que la lumière solaire. Le soleil et la pile émettent donc une radiation lumineuse de même ordre d'intensité.

— Le général DIDION fait connaître une « nouvelle » expression du rapport de la circonférence au diamètre, et une « nouvelle fonction. » L'expression a été déjà donnée par Euler

et par M. Catalan, ce que l'honorable général appelle une « fonction » n'est qu'un signe opératoire exprimant l'extraction répétée de la racine carrée d'un nombre augmenté de 2.

— M. Halphen adresse une nouvelle note sur les droites qui satisfont à des conditions données.

— M. Volpicelli envoie un travail sur les courants électriques obtenus par la flexion des métaux. Peltier et M. de la Rive avaient déjà signalé cette source d'électricité dynamique. M. Volpicelli a repris ces recherches avec un galvanomètre très-sensible, et dans des conditions variées. Nous reviendrons sur cette communication. Constatons seulement en passant que le physicien de Rome a aussi obtenu des courants thermo-électriques avec de l'eau et du mercure, dans un cylindre de verre fermé et chauffé par une lampe.

— M. Berthelot continue ses recherches sur l'état des corps dans les dissolutions. Il étudie aujourd'hui les doubles décompositions où figurent les sels de peroxyde de fer. L'oxyde de fer et les acides ne sont unis que d'une manière incomplète dans les dissolutions des sels ferriques; l'eau intervient dans les équilibres qui caractérisent cet ordre de combinaisons; son rôle décomposant est surtout manifeste pour les sels formés par les acides faibles, tels que l'acétate ferrique; il s'exerce en raison des proportions relatives, il s'accroît avec la température. D'ailleurs, la réaction de l'eau sur les sels ferriques n'est pas instantanée, mais progressive, comme la décomposition des éthers par l'eau.

— Sur la décomposition spontanée de divers bisulfites; par M. C. de Saint-Pierre. — En 1866 et 1871, l'auteur s'est occupé de la décomposition spontanée du bisulfite de potasse. Il a étendu ses observations à d'autres bisulfites. L'acide sulfureux lui-même n'éprouve pas de décomposition analogue, c'est donc à l'influence de la base qu'il faut attribuer les résultats obtenus. L'oxyde de plomb et la baryte se comportent en effet comme la potasse; leurs bisulfites donnent en vase clos de l'acide sulfurique, des acides de la série thionique, et même des dépôts de soufre.

— Sur la chaleur absorbée pendant l'incubation ; note de M. A. Moitessier. — La chaleur communiquée à un œuf fécondé disparaît en partie en se transformant. M. Moitessier le démontre par la vitesse de refroidissement d'œufs fécondés et d'œufs non fécondés, portés à la même température initiale. Les expériences ont été faites au moyen d'une petite couveuse où l'on plaçait un vase contenant les œufs et un thermomètre visible du dehors. Les œufs non fécondés, lorsqu'on cesse de chauffer, se refroidissent d'une manière régulière; les œufs fécondés, soumis à une incubation de quelques jours, se refroidissent plus vite que les précédents, entre 41 et 36 degrés; au-dessous de cette température, la marche du refroidissement est semblable dans les deux cas. Entre 36 et 41 degrés, la chaleur est donc absorbée et transformée. Les œufs qui ont été tués par un refroidissement prolongé, se comportent comme les œufs non fécondés. Une dernière confirmation est fournie par la comparaison des chaleurs spécifiques; des déterminations approximatives ont donné pour les œufs fécondés 0.667, et pour les œufs non fécondés 0.725.

— Recherches sur les propriétés physiologiques et les métamorphoses des cyanates dans l'organisme; par MM. Rabuteau et Massul. — Les chlorates ne se réduisent pas dans l'organisme, les bromates se réduisent difficilement, les iodates se réduisent aisément, et les iodures sont éliminés. Que deviennent les cyanates? Il se trouve que les cyanates de potasse et de soude ne sont pas toxiques, comme on aurait pu le supposer, et qu'ils se transforment dans l'organisme en carbonates alcalins. Administrer des cyanates alcalins, c'est donc tout simplement administrer des carbonates, comme lorsqu'on prescrit des acétates, des tartrates, des lactates.

— Matériaux pour servir à l'histoire du gymnètre-épée; par M. S. Jourdain. — Un exemplaire de ce poisson fut recueilli en 1871 à Palavas (Hérault); l'auteur a profité de cette circonstance pour en étudier l'anatomie.

— Description des plantes fossiles de Ronzon (Haute-Loire); par M. A.-F. Marion. — La végétation de l'époque tongrienne est représentée dans les marnes calcaires de Ronzon par seize espèces.

— Note sur la découverte de la *posidonia minuta* dans le trias du Gard, et sur un nouveau gisement de schistes à Walchia, dans le terrain péruvien de l'Aveyron; par M. Bleicher.

— Sur un crâne d'équidé des tourbières de la Somme; par M. A. Sanson. — C'est un « crâne de cheval » donné au Muséum d'histoire naturelle par M. Boucher de Perthes. M. Sanson prouve que ce cheval était un âne.

— Explication de l'apparition d'anneaux n'offrant point la décomposition chromatique pendant les ascensions aérostatiques; par M. W. de Fonvielle.

— M. Haton de la Goupillière pose sa candidature à la place du feu général Piobert, dans la section de mécanique.

— M. Hervé-Mangon est élu membre de l'Académie, section d'économie rurale, en remplacement de feu Payen.

— M. Ehremberg, le célèbre micrographe de Berlin, remercie l'Académie de lui avoir décerné le prix Cuvier pour 1869. « Plein de respect pour l'ineffaçable influence que l'Académie des sciences de Paris a eue, dit-il, depuis des siècles, sur les sciences générales, je reconnais votre indulgence pour le résultat de mes études, heureux d'avoir trouvé des juges savants qui me laissent prendre une part dans leur haute célébrité. » On dit que cette lettre a soulevé des critiques.

Séance du 8 janvier. — M. Chevreul expose l'objet de ceux de ses Mémoires qui doivent former le XXXIXe volume des Mémoires de l'Académie. Il s'agit de ses recherches sur la *laine* et le *suint*, commencées en 1805 à propos d'une analyse des cheveux entreprise par Vauquelin. Tout est présenté conformément à la méthode A POSTERIORI expérimentale. Cette exposition se termine par un cri d'alarme tout à fait énigmatique pour les lecteurs vulgaires. « Je puis me tromper, moi chétif, dit M. Chevreul, mais il me semble apercevoir au loin quelques *points noirs*, qui me prescrivent la prévoyance. S'il n'y a pas d'erreur de ma part, si les points noirs grossissaient et devenaient menaçants, permettez-moi, messieurs et chers confrères, d'espérer que l'Académie voudrait bien alors donner sa protection à celui qui se dit aujourd'hui le *doyen des étudiants de France*, et dont l'aspiration unique est de terminer ce XXXIXe volume de l'Académie des sciences. » Comprenne qui pourra.

— Mémoire sur les effets chimiques résultant de l'action calorifique des décharges électriques; par M. Becquerel. — Les décharges portent à l'incandescence les particules des corps qu'elles traversent, et ces particules sont des foyers de chaleur capables de produire tous les effets de fusion et de réduction que l'on obtient avec les moyens dont dispose la chimie, ainsi que des combinaisons. Les effets de la pile monstre de Davy peuvent se réaliser avec un appareil d'induction ordinaire, en s'aidant d'une autre source de chaleur et en concentrant la décharge à la pointe d'un fil de platine, qui remplace alors un bec de chalumeau. On augmente la puissance calorifique : 1° en chauffant au rouge avec la lampe d'émailleur la capsule de platine qui renferme la matière à expérimenter; et 2° en y ajoutant du charbon en poudre très-fine.

Le principe consiste à concentrer toute la décharge de l'appareil d'induction (un appareil fournissant des étincelles de 2 ou 3 centimètres) sur la plus petite possible partie de la surface de la matière. La disposition des appareils varie selon la nature des oxydes à réduire, selon qu'ils sont volatils, oxydables ou fusibles. S'agit-il du mercure, on place l'oxyde (le cinabre) dans un tube étroit. La réduction des oxydes d'argent, de plomb, d'étain, de cuivre, s'obtient avec le même tube en les mélangeant avec la poussière de charbon; celle des oxydes de nickel, de cobalt, de chrome, de fer, exige l'emploi de trois sources de chaleur, en mélangeant avec de la poudre de charbon de sucre. Une couche de cette poudre empêche aussi les métaux de se combiner avec le platine de la capsule. Ces métaux réduits se présentent généralement sous la forme de globules sphériques.

On obtient par le même procédé la fusion de la silice, de l'alumine et d'autres terres en grains arrondis d'une apparence nacrée; en les broyant, on y découvre parfois des cristaux microscopiques. Avec un appareil plus puissant, on obtient la fusion de l'alumine sans l'intervention du charbon. Un mélange d'alumine et de chromate d'alumine donne des parties transparentes bleues, rouges, vertes ou jaunes, dont les fragments rayent le verre.

La foudre doit produire des effets analogues. Sur des pierres détachées par un coup de foudre, Nobili a trouvé des couches de sulfure de fer; ce sont là des effets d'un transport

mécanique de matières que la foudre a rencontrées sur son chemin, qu'elle a pulvérisées et entraînées avec elle. On peut d'ailleurs supposer que, dans ces sortes de phénomènes, il y a deux actions concomitantes : action calorifique et action électro-chimique.

— Matière sucrée apparue sur les feuilles d'un tilleul ; note de M. Boussingault. — Le 21 juillet 1869, on a trouvé à Liebfrauenberg les feuilles d'un tilleul enduites d'une matière visqueuse très-sucrée. C'était la miellée (miélat), sorte de manne qu'on observe sur le tilleul, l'érable, l'aulne noir, le rosier, et même sur le prunier et le chêne. Le 22 juillet, la miellée était assez abondante pour dégoutter sur le sol : c'était une pluie de manne. Elle devint bientôt consistante, et ne formait plus qu'un vernis transparent et flexible. Jusqu'au 1er août on vit se renouveler plusieurs fois l'apparition de taches de miellée. Voici les résultats des analyses, en se limitant aux substances qui agissent sur la lumière polarisée :

	Miellée recueillie le 22 juillet……	le 1er août.
Sucre de canne……………………	48.9	55.4
Sucre interverti……………………	28.6	24.8
Dextrine……………………………	22.5	19.8
	100.0	100.0

On peut remarquer l'analogie de composition avec la manne du Sinaï, analysée par M. Berthelot :

	Manne du Sinaï.
Sucre de canne……………	55
Sucre interverti……………	25
Dextrine…………………	20
	100

Dans la miellée recueillie sur 1 mètre carré de feuilles, il y avait 27 grammes de matières sucrées, tandis que 1 mètre carré de feuilles saines n'en renfermait que 4 gr. 4; l'exsudation des feuilles malades était donc considérable. Le 22 juillet, le tilleul portait de 2 à 3 kilogrammes de miellée supposée sèche. Si la manne du Sinaï est due à des piqûres d'insectes, comme le pensent quelques naturalistes, celle qui a été trouvée sur le tilleul devait avoir une autre origine; les pucerons n'y étaient pour rien, car à peine en a-t-on trouvé quelques-uns englués dans le vernis des feuilles après l'apparition de la miellée. Il est également difficile de croire que la miellée doive son origine uniquement à des influences météorologiques (chaleurs de l'été, etc.). Dans tous les cas, il est fort curieux de rencontrer la manne du Sinaï dans les Vosges.

— Anus anormal à l'aine droite ; entérotomie iléo-cœcale ; note de M. S. Laugier. — L'habile chirurgien a presque guéri un cas désespéré d'anus anormal inguinal, survenu à la suite d'une hernie, au moyen d'une opération nouvelle, ou, du moins, d'une application tout à fait nouvelle de l'entérotomie, ayant pour but la création d'une voie régulière au cours des matiéres intestinales.

— M. Charles Sainte-Claire Deville présente les derniers numéros du *Bulletin de l'Observatoire météorologique de Montsouris;* il y joint un *Bulletin d histoire naturelle, agricole et médicale.* En inaugurant cette 4e année, il jette un regard en arrière et se félicite d'avoir trouvé tant d'appui auprès du ministère d'instruction publique. On accorde à Montsouris, chaque année, 60,000 francs. (!)

(La suite de la séance dans le prochain numéro.)

DU CAOUTCHOUC ET DE LA GUTTA-PERCHA,

SPÉCIALEMENT ÉTUDIÉS AU POINT DE VUE CHIMIQUE.

Par T.-M. Blossom,

Ingénieur des mines, essayeur à l'Ecole des mines, Columbia Collége.

(Suite.) (1)

PROPRIÉTÉS PHYSIQUES.

Caoutchouc. — Cette gomme à l'état pur, et n'ayant subi aucune préparation qui lui donne une couleur artificielle, est blanche et transparente. Dans le commerce cependant, on distingue, suivant M. Payen, les deux variétés suivantes :

1° Le caoutchouc blanc opaque en masses volumineuses ;

2° Celui qui est en feuilles ou plaques irrégulières, de couleur jaunâtre peu translucide ;

3° Une autre sorte, gris brunâtre, en feuilles épaisses, en poires creuses ou solides, et opaques ;

4° Le caoutchouc brun, de même forme, et dont les tranches sont transparentes et jaunâtres.

Suivant le même auteur, si l'on examine sous le microscope des lamelles très-minces de caoutchouc, on peut y remarquer des pores irrégulièrement arrondis, très-multipliés, communiquant entre eux, susceptibles de se dilater et de faciliter la pénétration, par capillarité, des liquides qui ne dissolvent pas cette gomme. Des tranches minces de différentes qualités de caoutchouc, plongées durant trente jours dans l'eau froide, ont absorbé pour 100 de 18.7 à 26,4 de ce liquide. Leur volume était augmenté de 15 à 16 centièmes, leur ténacité, ainsi que leur propriété adhésive, était amoindrie. Il faut un temps très-long pour éliminer l'eau des masses épaisses de caoutchouc, car les couches superficielles, se desséchant les premières, resserrent considérablement leurs pores et s'opposent ainsi à l'évaporation dans les parties sous-jacentes.

L'alcool anhydre, surtout à chaud, pénètre facilement le caoutchouc en lames minces : immergées durant huit jours et chauffées à plusieurs reprises, elles sont devenues opaques, plus adhésives, même au sein du liquide ; leur volume avait augmenté de 9.4 pour 100, et leur poids était accru dans le rapport de 100 à 118, bien que l'alcool eût dissous 2 centièmes d'une matière grasse oléiforme jaunâtre.

Les mêmes tranches, après l'évaporation de l'alcool absorbé, restèrent moins tenaces, plus translucides et plus adhésives qu'avant cette réaction.

Cause de la coloration du caoutchouc du commerce. — On a expliqué cette coloration de diverses manières. On l'a attribuée d'abord à la suie très-divisée qui provient de la fumée des foyers étouffés sur lesquels on fait évaporer, souvent, le suc laiteux. Mais M. Archer rejette cette cause, et prétend que le changement de coloration est dû à la lumière. Il a importé du caoutchouc, maintenu liquide par l'ammoniaque, et celui qui avait été renfermé dans deux flacons en verre blanc était devenu, par l'action de la lumière, d'un noir de jais sur les parois du verre, tandis que la portion intérieure avait conservé toute sa blancheur et sa limpidité. Un échantillon de la même matière que contenait un flacon de verre vert n'avait rien perdu de ses caractères primitifs. L'auteur de l'article *Caoutchouc*, dans la *Chimie de Muspratt*, attribue la teinte brunâtre à de la matière aloétique qui, suivant lui, lorsqu'elle reste à la surface du caoutchouc, lui donne un certain degré de viscosité et en détruit quelquefois, par sa décomposition, la texture solide.

La suie et la matière aloétique contribuent très-probablement l'une et l'autre à la coloration du caoutchouc, mais son agent principal est, sans aucun doute, l'oxygène atmosphérique en présence de la lumière solaire. Cette explication découle des expériences de M. Archer, et est prouvée par celles de M. A. Miller, que nous citerons plus loin.

(1) Voir *Moniteur scientifique*, 1er et 15 novembre 1871, p. 812-816, et 1er et 15 décembre 1871. p. 887-893.

Si l'on coupe une bande de caoutchouc et que l'on en rapproche les extrémités, celles-ci se souderont l'une à l'autre fortement par la pression.

Le caoutchouc est mauvais conducteur de l'électricité, mais il la développe par le frottement.

Il se dilate et se contracte faiblement à différentes températures; il fond à 120° C., et supporte ensuite une température beaucoup plus élevée sans subir aucun changement. A 185° C., il commence à fumer, et se convertit en une masse visqueuse qui, chauffée davantage, devient huileuse et ne reprend plus l'état sec. A quelques degrés au-dessous de 0°, il se contracte sensiblement, perd de sa souplesse, est très-faiblement adhésif et presque pas extensible.

Par la pression, le caoutchouc est susceptible d'être condensé; un cube de cette matière, de $0^m,88$ de côté, soumis au choc d'une force de 200 tonnes, a éprouvé une diminution de volume égale à un dixième de la masse.

Elasticité et extensibilité. — Les propriétés éminemment caractéristiques du caoutchouc sont l'élasticité et l'extensibilité. Dans l'expérience que nous venons de citer, l'élasticité excessive du caoutchouc fit revenir sur lui-même, avec une violence effroyable, un volant de machine qui pesait cinq tonnes. Les exemples de cette propriété sont assez nombreux et assez connus pour qu'il nous soit permis de passer outre.

Tout le monde connaît aussi l'*extensibilité* ordinaire du caoutchouc. Toutefois, Gerard a observé que des fibres allongées de six fois leur première dimension peuvent l'être encore d'autant, si on les expose à une température de 100° C.; de sorte que la longueur primitive peut passer de 1 à 16625. Par suite de cette extension, le diamètre de la fibre se trouve considérablement diminué; ce qui permet d'obtenir ainsi des fils d'une finesse remarquable.

On peut enlever temporairement au caoutchouc sa propriété d'élasticité; si, après avoir tendu fortement une bande de cette substance, on la refroidit rapidement, elle perd son élasticité et peut rester étendue indéfiniment sans la recouvrer. Pour refroidir cette bande, il suffit simplement de la mouiller et d'en faire évaporer l'eau en l'agitant rapidement dans l'air. Le caoutchouc reprend bientôt son élasticité, s'il est soumis à une température de 22° C., et même au-dessous; mais s'il a été privé de sa chaleur latente par le moyen de la compression, il peut rester pendant plusieurs semaines exposé à une température de 26°,66 C., sans revenir à sa condition normale. Lorsqu'on pince avec les doigts les portions successives d'un cordon de caoutchouc privé de son élasticité, une forte contraction s'opère en ces points, les autres restent les mêmes, de sorte que ce cordon prend l'aspect d'une corde à nœuds, et peut conserver cet état pendant un temps indéfini, s'il n'est pas manipulé et s'il est maintenu à une température modérée. Les divers intervalles entre les renflements ne changent pas de caractère et montrent que la chaleur latente n'a aucune tendance à se diffuser ou à s'équilibrer dans la masse. Si l'on enferme dans le creux de la main une bande de caoutchouc privé d'élasticité, on éprouve une légère sensation de froid qui provient de l'absorption rapide de la chaleur.

La particularité que nous venons de constater est propre au caoutchouc natif, et s'observe à peine dans celui qui est préparé par une des méthodes suivantes : 1° dissolution dans la térébenthine, suivie de dessiccation, et 2° écrasage de la matière brute jusqu'à formation de masse pâteuse, que l'on réduit en feuilles minces entre des cylindres chauffés.

En 1840, on a employé une autre méthode pour ôter au caoutchouc son élasticité. Dans la confection des *tissus élastiques*, il est indispensable que les fils aient perdu leur élasticité pour rendre possible tout travail ultérieur. A cet effet, on les enroule sur un dévidoir qu'un ouvrier fait tourner rapidement, tandis qu'un autre ouvrier file le caoutchouc en le maintenant tendu, de manière à lui donner par l'étirage sept ou huit fois plus de longueur qu'il n'en avait auparavant. On laisse ensuite ces fils à l'état de tension pendant deux ou trois semaines, et ils sont alors assez dépourvus d'élasticité pour pouvoir être travaillés, sans pour cela reprendre leur première forme. Dans ce cas, toutefois, il suffit de les exposer à la chaleur, ou même de les frotter entre les paumes des mains, pour qu'ils recouvrent leur élasticité primitive.

L'extension brusque du caoutchouc donne lieu à un développement considérable de cha-

leur. M. Brockedon affirme qu'il a pu élever la température de 30 grammes d'eau de deux degrés en 15 minutes, en recueillant la chaleur produite par la tension brusque d'un fil de caoutchouc.

Poids spécifique. — Nous réunissons ci-dessous les indications que nous avons trouvées sur les poids spécifiques de divers échantillons de caoutchouc, et sur ceux d'un seul échantillon, soumis à différentes conditions :

Para, qualité supérieure, dans de l'alcool étendu	0.941567
Assam — — —	0.942972
Singapore — — —	0.936650
Penang — — —	0.919178
Fil privé de son élasticité par son enroulement sur un dévidoir, comme ci-dessus.	0.948732
Le même fil ayant repris sa condition normale, au moyen de la chaleur	0.925939

Tous ces résultats sont dus au docteur Ure.

Julian (*Dissertatio Chem. Inaug. de Res. Elas.*, etc., 1870) a trouvé pour poids spécifique du :

Caoutchouc	0.920000
— brut de l'Inde (Adriani)	0.962800
— brun —	0.945200
— extrait d'un jus à l'état pur (Faraday)	0.925000
— détermination de Soubeyran (E.)	0.935500
— — de Payen	0.925000

On remarquera que les nombres que nous venons de donner offrent entre eux de grandes différences; mais il fallait s'y attendre, d'après ce que nous avons déjà dit sur la composition des diverses espèces de caoutchouc.

GUTTA-PERCHA.

A l'état absolument pur, la gutta-percha est d'un blanc légèrement gris, mais celle que l'on trouve sur le marché a le plus souvent une teinte jaunâtre ou rougeâtre.

Elle est presque aussi dure que le bois, bien qu'elle garde facilement l'impression du marteau. Examinée sous forme de tranches minces, au microscope, elle fait voir une structure poreuse. Dans ces conditions, le caoutchouc offre peu ou pas de changement de couleur, tandis que la gutta-percha présente un magnifique aspect. Elle paraît se composer de prismes qui se fondent les uns dans les autres, et déploient les nuances les plus variées. D'après le professeur Page, elle ressemble bien plus à de la glace qu'à toute autre matière. Lorsqu'on étudie ainsi le caoutchouc et la gutta-percha, il est indispensable de les maintenir, pendant toute la durée de l'examen, à une tension considérable. La structure poreuse de la gutta peut être également rendue sensible, en laissant évaporer sur une plaque de verre une goutte de la dissolution de cette gomme par le sulfure de carbone. Cette matière liquide est bientôt réduite à l'état d'une plaque blanchâtre, criblée de nombreuses cavités, que l'on aperçoit distinctement. Pour rendre ces dépressions plus visibles, il suffit de verser une goutte d'eau qui, s'insinuant graduellement dans les parties de la masse, la fait paraître plus opaque, et en fait ressortir les cavités.

Fondue et laminée en feuilles minces, ou étirée en cordes, la gutta-percha, suivant le professeur Page, prend la nature d'une substance fibreuse; elle acquiert de la ténacité suivant une direction déterminée. Une bande taillée dans une feuille mince de gutta-percha peut être considérablement étirée dans une certaine direction, celle qui concorde avec la ligne des fibres, mais tout effort opéré pour l'étendre dans le sens horizontal, est immediatement suivi d'une rupture. On a également constaté que si l'on coupe une lanière dans une feuille mince de gutta-percha, perpendiculairement à la ligne des fibres, le sens de l'extensibilité se trouve renversé. Il n'en est pas ainsi pour le caoutchouc, car, à l'état de feuille, il s'étend également dans tous les sens.

La gutta-percha conduit mal l'électricité et la développe rapidement par le plus léger frottement. Un morceau de cette gomme préparée ne peut être retirée du papier qui a servi à l'envelopper, sans que cette propriété remarquable ne se manifeste aussitôt. En le frottant doucement avec un foulard de soie, il peut produire des étincelles de $0^{m}.025$ de longueur. C'est Faraday qui a constaté le premier les propriétés électriques de cette substance.

Aux températures atmosphériques ordinaires, comprises entre zéro et 25° C. la gutta-percha possède autant de ténacité que le cuir épais, sans en avoir toute la flexibilité; et elle n'est pas élastique. Mise dans de l'eau à 43°.33 c., elle n'éprouve aucun changement, mais elle reçoit plus facilement l'impression du marteau. A 48°.88, elle s'amollit, devient sensiblement pâteuse, sans perdre sa ténacité; de 62°.77 à 65°.55, elle acquiert assez de souplesse pour pouvoir être moulée sous toutes les formes, roulée en gros morceaux, ou étendue en plaques par un cylindre. A cet état mou, elle jouit de l'élasticité du caoutchouc, mais ne garde pas longtemps cette propriété. Elle reprend ensuite par degrés sa dureté et sa ténacité primitives, en un temps plus ou moins court, suivant la température et la grosseur du morceau sur lequel on opère. La gutta-percha, paraît-il, peut passer alternativement un nombre de fois indéfini, de cet état de mollesse à celui de dureté, sans éprouver aucune altération constitutive. Exposée pendant une heure à une température de 10° au-dessous de zéro, elle diminue légèrement de flexibilité.

Suivant Soubeyran, la gutta percha, soumise pendant un certain temps à une température de 148°88, devient translucide et prend une couleur gris foncé; mais l'eau chaude ou froide lui rend son apparence primitive.

D'après Thos. Oxley, la gutta-percha présente la propriété assez étrange de se contracter quand elle est plongée dans l'eau bouillante. Elle est extrêmement inflammable, et une lanière de cette gomme prend feu et brûle avec flamme éclatante et émission d'étincelles, en laissant couler un résidu noir, à la manière de la cire à cacheter, à laquelle elle ressemble beaucoup dans sa combustion.

Pour donner une idée exacte de la ténacité de la gutta-percha, nous allons donner les résultats de quelques expériences faites en 1856 par MM. H.-R. Storer et Charles Stodder, pour déterminer les propriétés cohésives de tuyaux de gutta-percha de diverses dimensions. Le docteur Storer fait remarquer que les expériences ont été poursuivies « à la température ordinaire des eaux de la Cochituate. » (?)

Longueur du tuyau.	Diamètre intérieur.	Diamètre extérieur.	Pression par centimètre carré supportée.	Pression par centimètre carré occasionnant la rupture.
(1) 30m.4779	0m.0254	0m.0301	7k.02770	....
Echantillons variant en longueur de 0m.0254 à 0m.0762	(2)	....	18k.69368	19k.11534
	....	0m.0332	21k.08310	22k.48864
	0m.0225	0m.0285	19k.67756	21k.36421
	0m.0160	0m.0262	22k.48864	25k.29972
	0m.0127	0m.0160	16k.44482	16k.86648
	0m.0127	0m.0160	25k.29972	et rupture
	(3) 0m.0063	0m.0160	50k.59944	53k.41052

Les résultats qui suivent sont ceux d'expériences faites avec le plus grand soin par le docteur Adriani, pour déterminer l'extension permanente et l'élasticité de la gutta-percha. Il a aussi constaté, en même temps, le poids qu'il faut attacher à une bande de gutta-percha, pour occasionner sa rupture. Il s'est servi, à cet effet, d'un morceau de courroie pour machine, ayant 0m.001775 d'épaisseur, sur 0m.06 de large. Il était solidement fixé par une de ses extrémités, et disposé de manière à ce qu'on pût attacher des poids à son extrémité inférieure. L'extension et la contraction furent déterminées au moyen d'un tracé à l'encre de lignes très-fines, que l'on observait à travers un télescope fixé avec une grande précision à un cathétomètre, et qui permettait de distinguer des divisions de 0m.00001. La chambre dans laquelle on expérimenta avait une température de 17° centigrades. Des thermomètres très-sensibles, placés en différents points de cette pièce, montrèrent que la température que nous venons d'indiquer était restée invariable pendant toute la durée des expériences. Les observations furent relevées de dix minutes en dix minutes, de telle sorte que chacun des résul-

(1) En appliquant une pression de 5k.62216, on découvrit qu'il s'était fait un petit trou; l'ayant bouché en soudant la matière avec un fer rouge, le tuyau supporta facilement la pression indiquée ci-dessus.

(2) Morceau du même tuyau.

(3) C'est celui qu'on emploie dans les fabriques pour charger les bouteilles de soda-water, il est ordinairement soumis à une pression de 14k.05540.

tats, consigné dans le tableau suivant, est une moyenne de six observations qui ont demandé une heure de temps.

	Longueur de la courroie.	Contraction due à l'élasticité.
	—	—
Non chargée................	0m.66628	....
Chargée avec 3 kilogr.......	0m.66987	....
— 2k.5..........	0m.66944	0m.00043
— 2 kilogr.......	0m.66904	0m.00040
— 1k.5..........	0m.66850	0m.00046
— 1 kilogr.......	0m.66795	0m.00063
— 0k.5..........	0m.66758	0m.00037
— 0............	0m.66679	0m.00097

L'allongement élastique pour un poids de 3 kilogr. est donc égal à 0m.00308, l'allongement permanent étant de 0m.0005. En chargeant de plus en plus la courroie, on obtient sa rupture avec 106 kilogr.

Pesanteur spécifique. — Les poids spécifiques de la gutta-percha sont, comme ceux du caoutchouc, excessivement variables.

Soubeyran a trouvé		....	0.97910
Klaproth	—	....	0.97140
Pasquier	—	....	0.97910
Adriani	—	(G. P. brute, à 17° centigrades).................	0.99923
—	—	(— purifiée, à 18° centigrades)..............	0.96670
—	—	(en feuilles de 0m.0054 d'épaisseur, à 17° centigr.	0.96285
—	—	(morceau de courroie employée dans l'expérience ci-dessus, à 17° centigrades)..................	0.96289

En considérant la porosité de la gutta-percha, M. Payen hésite à la regarder comme plus légère que l'eau. Si l'on étend de la gutta-percha au moyen d'une forte pression, et si l'on coupe immédiatement, sous l'eau, ces bandes ainsi produites en très-petits morceaux, ceux-ci tomberont en majeure partie au fond du vase; les uns, instantanément; les autres, après avoir absorbé une certaine quantité de liquide. On a obtenu le même résultat en laissant tremper pendant un mois, dans de l'eau privée d'air, des feuilles très-minces de gutta-percha préparées par différentes méthodes.

MÉTHODES D'ANALYSE

ET

COMPOSITION DES PRODUITS CHIMIQUES INDUSTRIELS.

Par M. Gaston Tissandier.

Iode.

L'analyse des iodes du commerce offre d'assez grandes difficultés; elle présente aujourd'hui une importance de premier ordre, en raison de l'augmentation de prix considérable de cette matière. Après avoir donné dans ce recueil les procédés d'analyses des salins, des potasses raffinées, des muriates de potasse, des sulfates alcalins, des soudes caustiques, des sels de soude, des nitrates de soude, des savons, des noirs de raffinerie, des acides acétiques, des huiles de palme, des céruses, des blancs de zinc, des eaux naturelles, des chlorures de chaux et des manganèses, nous allons continuer à passer en revue les produits chimiques les plus importants, en commençant aujourd'hui par l'iode (1).

Méthode d'analyse. Le procédé analytique qui nous a donné les meilleurs résultats consiste à dissoudre un poids connu de l'iode à essayer dans une dissolution d'acide sulfureux,

(1) Dans le courant du mois d'août 1868, nous avons eu l'idée de publier dans le *Moniteur scientifique* une série d'articles sur des procédés pratiques, permettant d'analyser les matières industrielles. L'accueil que nous avons reçu de la part du public nous encourage à continuer ce travail, que nous réunirons plus

et à précipiter l'iode par le nitrate d'argent en présence d'un excès d'ammoniaque qui dissout le chlorure d'argent. Le principe de cette méthode est comme on le voit très-simple, mais, dans la pratique, il est indispensable de prendre un certain nombre de précautions minutieuse, dans le détail desquelles nous allons entrer.

1° *Pesée de l'iode.* — Il est impossible de peser l'iode à la balance, dans une petite capsule, ouverte, comme on le fait pour d'autres substances solides. L'iode se volatilise avec une si grande facilité que, pendant la pesée, il s'en perdrait continuellement par évaporation, des quantités appréciables. — Pour peser l'iode on prend un petit tube de verre bouché, et fermé à sa partie supérieure par un bon bouchon. On y verse approximativement quelques grammes d'iode, on ferme le tube, et on le pèse très-exactement à la balance. L'iode se trouvant enfermé dans un vase clos ne subit aucune déperdition de poids. Pour prélever la quantité d'iode propre à l'analyse, on ouvre rapidement le tube, on fait tomber quelques décigrammes d'iode dans la dissolution d'acide sulfureux, et on rebouche aussitôt le tube. En pesant ce tube une deuxième fois, on a par différence la quantité d'iode employée, sans qu'on ait pu en perdre par évaporation que des quantités tout à fait impondérables. Il est bon de conserver le petit tube d'iode, qui pourra servir, s'il est nécessaire, à une vérification de la première analyse.

2° *Dosage de l'iode.* — On fait, comme nous venons de le dire, tomber l'iode dans l'acide sulfureux. On a préparé à l'avance, un grand verre à pied d'un litre de capacité. On y a versé environ 40 centimètres cubes d'une solution aqueuse d'acide sulfureux, concentrée et fraîchement préparée. Quand la petite quantité d'iode est rassemblée au fond du verre, on l'agite avec une baguette jusqu'à ce qu'elle soit entièrement dissoute. S'il reste un résidu insoluble appréciable, il est nécessaire de filtrer la solution, en ayant soin de placer le filtre sur une fiole à fond plat et de recouvrir l'entonnoir de verre d'une plaque de verre. Mais cette filtration n'est généralement pas nécessaire, l'iode ne renfermant que des traces insignifiantes de substances insolubles.

On verse dans le verre un demi-litre au moins d'eau distillée bouillante, on y ajoute un excès d'ammoniaqe; puis on y verse du nitrate d'argent en dissolution (1). Il se forme seulement un précipité d'iodure d'argent, jaunâtre, le chlorure d'argent se dissolvant dans l'ammoniaque. Ce précipité agité se rassemble au fond du verre, quand la liqueur est suffisamment chaude, on le couvre d'une plaque de verre et on le laisse reposer une demi-heure environ.

Après ce temps on filtre la liqueur sur un petit filtre sans pli, en papier Berzelius. On lave le précipité par décantation à grande eau bouillante, et on le jette sur le filtre, à la partie inférieure duquel on le rassemble, aussi complétement que possible.

Quand on s'est assuré que le précipité d'iodure d'argent est bien lavé, c'est-à-dire quand une goutte de liquide tombée du filtre ne renferme plus de traces d'argent, ce dont on s'assure en constatant qu'elle ne donne aucun louche avec l'acide chlorhydrique, on retire le filtre de l'entonnoir, et on le place dans une coupelle de porcelaine. On le fait sécher ainsi dans une étuve de Gay-Lussac maintenue à la température de 110 degrés centésimaux.

La pesée de l'iodure d'argent nécessite certaines précautions; il est indispensable de faire

---

tard en un volume. Les méthodes que nous mentionnons sont toutes consacrées par la pratique, nous cherchons à les décrire avec d'assez amples détails pour que tout le monde puisse en faire profit. Nos articles ont été traduits dans quelques journaux anglais, et nous sommes heureux de pouvoir faciliter des recherches à nos industriels. G. T.

(1) Pour toutes les analyses quelles qu'elles soient, nous ne saurions trop recommander l'emploi de réactifs titrés. Très-souvent, dans la crainte de ne pas verser dans une liqueur une quantité de réactif suffisante, on en verse un excès beaucoup trop considérable, ce qui n'arrive pas avec des solutions titrées.

Dans le cas présent, admettons que nous ayons dissous dans l'acide sulfureux $0^{gr}.5$ d'iode; en supposant que cet iode soit chimiquement pur, il exigera pour être précipité à l'état d'iodure d'argent $0^{gr}.668$ de nitrate d'argent.

Si nous avons dans ce cas une dissolution de nitrate d'argent contenant 100 grammes de sel par litre, en en versant approximativement 10 cent. cubes dans notre verre à expérience, nous emploierons à peu près 1 gramme de nitrate d'argent, c'est-à-dire un excès assez considérable.

fondre le précipité sous l'action de la chaleur, mais il est indispensable d'éviter son contact avec le charbon du filtre, qui pourrait réduire une quantité appréciable d'argent métallique.

Quand le filtre est sec, on le place sur une feuille de papier à lettre, on détache l'iodure d'argent avec une petite spatule de platine, on gratte le filtre, pour en séparer les plus petites parcelles du précipité. Malgré ces précautions, il reste une petite quantité d'iodure d'argent dans la partie inférieure du filtre, que l'on découpe avec des ciseaux et que l'on calcine, dans une petite capsule de porcelaine de 12 millimètres de diamètre environ. Cette capsule a été préalablement pesée à une balance sensible.

Lorsque le filtre est brûlé, ce dont on s'assure en constatant que les cendres sont blanches, on jette dans la capsule le précipité d'iodure d'argent, on le chauffe, jusqu'à ce qu'il commence à fondre. A ce moment on arrête l'opération, on laisse refroidir, on pèse de nouveau la capsule avec son précipité, et l'excès de poids donne le poids de l'iodure d'argent. L'équivalent de cet iodure Io Ag est 235 ; celui de l'argent est 108. Le précipité d'iodure d'argent renferme donc 54 pour 100 d'iode. Avec ces données, on calcule la quantité d'iode contenue dans 100 parties de l'iode à essayer.

3° *Dosage du chlore.* — La liqueur au sein de laquelle on a précipité l'iodure d'argent a été, comme nous venons de le voir, séparée de ce dernier produit par filtration. Elle renferme tout le chlore contenu dans l'iode, à l'état de chlorure d'argent dissous dans l'ammoniaque. Il suffit de la rendre acide, en y versant un excès d'acide azotique pur, pour mettre en évidence le précipité de chlorure d'argent que l'on filtre et que l'on pèse par la méthode ordinaire, déjà décrite précédemment à l'article *Salins* (*Moniteur scientifique*, 1868).

4° *Cendres.* — On pèse 5 grammes d'iode environ, au moyen du tube à pesée que nous avons décrit, on les volatilise à un feu modéré dans une petite capsule de porcelaine. Quand l'iode est chassé par l'action de la chaleur, on pèse le résidu fixe, qui est généralement très-minime. Il est essentiellement formé de silice, d'alumine, et de traces de chlorures alcalins.

5° *Humidité.* — La quantité d'eau contenue dans les échantillons d'iode du commerce est souvent considérable, elle peut quelquefois s'élever jusqu'à 20 pour 100 et même au delà. Généralement, dans les laboratoires, cette eau se dose par différence, car on ne connaît pas de méthodes pour séparer l'eau mêlée à l'iode ; la volatilisation si facile de ce dernier corps empêche la séparation de s'effectuer. En effet, il faut renoncer à la dessiccation sous l'influence de la chaleur, qui chasserait de grandes quantités d'iode à l'état de vapeur ; dans le vide, l'iode se volatiliserait encore.

Nous avons imaginé un procédé assez exact de séparation de l'eau d'avec l'iode. Nous le décrivons ici pour la première fois. Voici en quoi il consiste. On pèse 1 gramme d'iode que l'on introduit dans un tube de verre très-mince et gradué en dixièmes de centimètres cubes. On y verse 20 centimètres de sulfure de carbone qui occupent deux cents divisions de la cloche graduée. On agite en bouchant avec le doigt l'orifice supérieur, et cela jusqu'à ce que tout l'iode soit entrée en dissolution. On laisse reposer pendant deux ou trois heures dans un endroit tiède, en fermant le tube avec un bouchon. Pendant ce temps, l'eau contenue dans l'iode s'est séparée du sulfure de carbone ; elle surnage la solution sous forme d'un liquide légèrement jaunâtre. On mesure ce volume d'eau ; s'il occupe l'espace compris entre deux divisions du tube, on voit que l'eau séparée pèse 1 décigramme, puisqu'elle occupe un volume égale à un dixième de centimètre cube ; l'iode examiné renferme donc 10 pour 100 de son poids d'eau. Cette méthode n'est assurément pas rigoureuse, elle ne peut être mise en pratique que lorsque l'échantillon est très-humide, mais elle donne, dans ce dernier cas, un résultat suffisamment exact comme vérification de l'analyse.

On voit par le tableau suivant que la composition des iodes du commerce est très-variable.

Composition des iodes du commerce.

MATIÈRES DOSÉES.	ÉCHANTILLONS.				
	N° 1.	N° 2.	N° 3.	N° 4.	N° 5.
Iode	76.21	79.50	84.25	88.61	94.12
Chlore	0.88	0.71	0.92	0.52	0.30
Cendres	1.11	1.02	0.80	0.72	0.40
Humidité	21.80	18.77	14.03	10.15	5.18
	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00

Les échantillons n° 3, n° 4 et n° 5, sont des iodes de composition normale; les nos 1 et 2 renferment une quantité d'eau que l'on ne trouve pas fréquemment dans ces produits industriels.

NOUVELLE ASSOCIATION.

Un groupe de savants et d'hommes du monde s'est réuni pour fonder en France une Association scientifique qui prendrait pour modèle la *British Association for the advancement of science*. Déjà il s'est trouvé environ cent trente personnes qui aspirent à devenir « membres fondateurs » par un versement de 500 francs une fois payés; il s'agit de compléter le nombre de deux cents, afin de porter le capital disponible à 100,000 francs, comme l'exige le projet de statuts que nous publions ci-après. Les souscriptions sont reçues au Comptoir d'escompte et chez M. Georges Masson, libraire, place de l'Ecole-de-Médecine. Les statuts qu'on va lire nous dispensent d'insister sur les tendances de la nouvelle Société, dans laquelle refuse de se fondre, paraît-il, l'ancienne Association pour l'avancement de la physique et de la météorologie.

PROJET DE STATUTS
d'une Association française pour l'avancement des sciences.

Ce projet de statuts a été élaboré et adopté, à titre provisoire, dans une série de réunions préparatoires auxquelles ont assisté MM. Aimé Girard, Balard, Briot, Broca, Claude Bernard, Combes, Cornu, Decaisne, Delaunay, Descloiseaux, De Seynes, Dumas, Friedel, P. Gervais, G. Hachette, Lacaze-Duthiers, Laugier, Levasseur, Lœwy, Marié-Davy, V. Masson, Pasteur, Serret, Tisserand, Wurtz.

Article premier. — L'Association se propose de favoriser, par tous les moyens en son pouvoir, le progrès des sciences, leurs applications pratiques, et la diffusion des connaissances scientifiques.

A cet effet, elle exercera son action principalement par des réunions, par des conférences, par des publications, par des dons en instruments ou en argent, aux personnes engagées dans des recherches, des observations ou expériences, des entreprises scientifiques, qu'elle aurait provoquées ou approuvées.

Elle fait appel au concours de tous ceux qui considèrent la culture des sciences comme nécessaire pour relever la France après ses désastres et la maintenir pacifiquement au rang qu'elle occupe parmi les nations civilisées.

Art. 2. — L'Association s'établit avec un capital divisé en parts de 500 francs chacune, souscrites par des membres qui prennent le titre de membres fondateurs.

Elle commencera ses opérations dès que 200 de ces parts, formant un capital de 100,000 fr., auront été souscrites.

Art. 3. — L'Association se compose, avec les membres fondateurs, d'associés ordinaires qui versent une cotisation annuelle de 20 francs. Cette cotisation peut toujours être rachetée par une somme de 200 francs versée une fois pour toutes.

Art. 4. — Le nombre des membres fondateurs ou associés est illimité, et tous jouissent des mêmes droits. Toutefois, les noms des membres fondateurs figurent en tête des listes, et ces membres reçoivent gratuitement et à perpétuité toutes les publications faites par l'Association, en autant d'exemplaires qu'ils ont souscrit de parts de 500 francs.

Art. 5. — Le Siége de l'administration de l'Association est à Paris.

Art. 6. — Chaque année, l'Association tient, dans l'une des villes de France, une session générale dont la durée est de huit jours au plus.

Art. 7. — Dans les sessions générales, l'Association se divise en sections dont le nombre et les attributions sont fixés par l'Assemblée générale, sur la proposition du conseil d'administration. Ces sections se rattachent aux quatre groupes des sciences mathématiques, des sciences physiques et chimiques, des sciences naturelles, des sciences économiques et statistiques.

Tout membre de l'Association choisit, chaque année, la section à laquelle il désire appartenir. Il peut, néanmoins, prendre part aux travaux des autres sections, mais seulement avec voix consultative.

Art. 8. — Le bureau de l'Association est composé : 1° du président et du secrétaire de l'Association ; 2° des présidents et secrétaires des sections ; 3° du trésorier et de l'archiviste

Art. 9. — L'Association est administrée gratuitement par un conseil composé : 1° du bureau de l'Association ; 2° de membres élus en Assemblée générale au nombre de trois par chaque section.

Art. 10. — Au début de chaque session, les présidents, vice-présidents et secrétaires des sections sont nommés directement par les sections, et à la majorité relative.

A la fin de chaque session, l'Association, réunie en Assemblée générale, désigne la ville où aura lieu la session suivante, fixe le programme sommaire de cette session et nomme, à la majorité relative, le président et le secrétaire de l'Association pour l'année suivante, ainsi que les membres du conseil d'administration.

Le président et le secrétaire de l'Association sont pris, à tour de rôle, dans l'un des quatre groupes de sections. En cas d'empêchement ils sont remplacés par l'un des présidents ou secrétaires des sections du groupe auxquels ils appartiennent.

Art. 11. — Le conseil, chargé d'organiser une session dans la ville désignée à cet effet, peut y élire un président d'honneur.

Art. 12. — Tous les membres de l'Association sont appelés à participer aux élections, soit par le dépôt personnel de leur vote, soit par correspondance.

Art. 13. — Le conseil d'administration représente l'Association. Il a tout pouvoir pour gérer et administrer les affaires sociales, tant actives que passives. Il encaisse tous les fonds appartenant à l'Association à quelque titre que ce soit. Il place en rentes sur l'Etat les fonds provenant des parts souscrites par les membres fondateurs, ou du rachat des cotisations annuelles des membres associés. Il surveille l'emploi des fonds disponibles que l'Association a décidé sur sa proposition. Il fait tous les règlements d'ordre intérieur que peut nécessiter l'exécution des présents statuts. Il convoque l'Association et arrête le programme des réunions, en conformité des délibérations prises en Assemblée générale.

Le conseil d'administration nomme et constitue les commissions spéciales pour les fonds, pour les encouragements, pour les publications, pour les conférences.

Le conseil délibère valablement et à la majorité des membres présents ; néanmoins, aucune résolution ne sera valable qu'autant qu'elle aura été délibérée en présence du quart, au moins, des membres du conseil.

Art. 14. — Le conseil dresse annuellement le budget des dépenses de l'Association, et lit, dans la session générale annuelle, le compte détaillé des recettes et dépenses de l'exercice écoulé.

Art. 15. — Les statuts pourront être modifiés sur la proposition du conseil d'administration, et à la majorité des deux tiers des membres votants, dans l'Assemblée générale.

Les modifications proposées sont indiquées d'avance dans les convocations adressées à tous les membres de l'Association.

Projet de sections.

PREMIER GROUPE. — *Sciences mathématiques.*

1° Section de mathématiques, astronomie et géodésie; 2° section de mécanique; 3° section de navigation; 4° section de génie civil et militaire.

DEUXIÈME GROUPE. — *Sciences physiques et chimiques.*

5° Section de physique; 6° Section de chimie; 7° Section de météorologie et physique du globe.

TROISIÈME GROUPE. — *Sciences naturelles.*

8° Section de zoologie et zootechnie; 9° Section de botanique; 10° Section de géologie et minéralogie; 11° Section de médecine.

QUATRIÈME GROUPE. — *Sciences économiques.*

12° Section d'agronomie; 13° Section d'ethnographie et géographie; 14° Section de statistique.

PUBLICATIONS NOUVELLES.

L'éducation maternelle d'après les indications de la nature; par M. RAMBOSSON, lauréat de l'Institut, officier d'Académie, etc. — Grand in-8° de 112 pages. Prix 2 fr. 50. — Chez MM. FIRMIN DIDOT et comp., rue Jacob, Paris.

Ce travail mérite à tous les points de vue d'attirer une sérieuse attention, car il tend à combler une véritable lacune : il indique l'éducation passive dont l'enfant est d'abord susceptible, puis il met à même de pratiquer l'éducation méthodique aussitôt qu'il commence à bégayer et que ses regards se fixent avec attention. Ce que dit M. Rambosson nous paraît d'autant plus important, que son point de départ est l'observation persévérante de la nature et des lois physiologiques de l'enfance, et que s'il veut avec raison que l'idée de Dieu soit toujours présente à l'esprit de l'enfant, il ne demande pas que les dogmes de telle ou telle religion lui soient enseignés alors qu'il ne peut les comprendre, afin qu'il n'ait pas à les abandonner après les avoir crus dans la simplicité de sa raison. Ce qui fait l'athée, paraît dire M. Rambosson, c'est l'absurdité de certains enseignements, car « il confond l'idée de Dieu avec l'idée des dogmes auxquels il ne croit plus. »

Nous sommes complétement de l'avis de M. Rambosson. Citons maintenant quelques fragments de sa préface, qui ne peut qu'engager à lire son écrit. « Ce travail n'est pas du tout un plan improvisé, mais une étude profonde éclairée par l'expérience : déjà, le 24 septembre 1855 et le 9 juin 1856, j'ai lu à l'Académie des sciences deux mémoires qui ont rapport à ce sujet (1); aucune question ne m'a préoccupé aussi longtemps et au même degré, et cela au point de vue non-seulement du parlant, mais aussi des aveugles et des sourds-muets, et c'est sans doute l'étude persévérante de ces questions, sous ce triple aspect, qui m'a permis de formuler les idées que je vais énoncer. — Pendant mes voyages en Angleterre, en Écosse, en Suède, en Finlande, en Russie, en Danemark, en Allemagne, en Suisse, en Italie et pendant mes excursions au long cours, dans l'Océan et la mer des Indes, ces questions me poursuivaient sans cesse, et j'ai continuellement fait converger vers elles toutes mes observations, tous mes renseignements, toutes mes études. J'ai vu que partout et toujours on a senti l'importance de commencer l'éducation dès la plus tendre enfance, de déposer dès lors tous les germes qui doivent, par leur développement, rendre vraiment homme : partout et toujours on a senti le rôle immense que doit y jouer la mère, ainsi que le grand

(1) *Comptes-rendus*, t. XLI, p. 481 et t. XLII, p. 1118.

livre de la nature, les réalités et leurs représentations directes; malgré cela, la tendre enfance est encore abandonnée à elle-même. — J'ai vu également que, toutes les fois que l'on s'est aproché de ces principes, même des essais partiels, sans suite et sans coordination, ils ont fait pressentir leur merveilleuse fécondité. Ainsi nulle part l'éducation de la première enfance n'est en usage, nul système d'éducation complet n'a été coordonné et fondé sur les bases que nous indiquons, et qui sont celles que nous offre la nature; c'est à cela cependant que tendent depuis longtemps toutes les aspirations; le but des pages suivantes est donc de satisfaire ces aspirations en remplissant la lacune que nous signalons. »

Étude sur les quinquinas; par PIERRE-PAULIN CARLES, pharmacien. — Brochure in-8° de 87 pages : Prix 2 fr. 50. — Chez J.-B. BAILLIÈRE, libraire rue Hautefeuille. Paris.

Cette thèse qui est d'abord une introduction, puis une monographie très-complète, contient six chapitres dont nous allons donner le contenu.

Chap. I. — Étude des divers procédés de dosage des quinquinas et description d'un nouveau procédé.

Chap. II. — Étude des modifications qu'éprouvent les écorces de quinquina et leurs alcaloïdes sous l'influence de certains agents. — Action de la lumière sur l'écorce vivante. — Transformations qu'éprouvent les écorces et les alcaloïdes pendant la dessication. — Action des agents chimiques et mécaniques sur les écorces et les alcaloïdes.

Chap. III. — Étude des préparations galéniques du quinquina. — Poudres. — Produits par l'eau (extraits, sirops). — Produits par l'alcool (teintures, extraits, quinium). — Produits par le vin.

Chap. IV. — Répartition des alcaloïdes dans les différentes parties des cinchonas (racine, bois, feuilles, fleurs, fruits).

Chap. V. — Répartition des alcaloïdes dans les écorces.

Chap. VI. — Analyse des écorces (analyse immédiate, analyse des cendres).

Index bibliographique.

Cours élémentaire de géologie appliquée. — Lithologie pratique ou étude générale et particulière des roches considérées au triple point de vue de leur composition, de leur gisement et de leurs applications industrielles et agricoles; par M. STANISLAS MEUNIER, aide-naturaliste au Muséum d'histoire naturelle, docteur ès-sciences, etc. 1 vol. in-8° de 450 pages. Chez DUNOD, éditeur, quai des Augustins, n° 49, à Paris.

Cet ouvrage se divise en deux parties : Dans la première, le globe terrestre est étudié dans son ensemble, et successivement de trois points de vue différents constituent trois chapitres distincts. Tout d'abord, la recherche du passé et de l'avenir de la terre, considérée simplement comme un des membres du système solaire, met le lecteur en présence du plus grand sujet que puissent offrir les sciences physiques ou naturelles, puisque c'est le point de jonction de la géologie et de l'astronomie. On y donne une idée nouvelle, quant à l'économie de l'univers, que l'étude des météorites est venu tout récemment éclairer d'une lumière si vive.

L'auteur étudie ensuite la structure de la terre et donne successivement les caractères paléontologiques importants des divers terrains.

La première partie se termine par un tableau de la vie de la terre, considérée au point de vue des fonctions dont elle est le siége et qui l'assimilent, toutes proportions gardées, à un être organisé.

Après ces notions géologiques, l'auteur entre, pour n'en plus sortir, dans le domaine de la lithologie proprement dite, qui constitue la seconde partie du volume. — Dans cette partie, il examine les divers caractères des roches, leur détermination, et fait enfin la description des roches qui forme naturellement la portion la plus volumineuse du livre.

La table alphabétique, qui termine le volume, peut être considérée comme un véritable dictionnaire géologique, paléontologique et lithologique, puisqu'en donnant la page du livre où chaque sujet est traité, elle conduit à une définition de tous les mots principaux employés dans la science.

16947 PARIS. — Typographie de RENOU et MAULDE, rue de Rivoli, 144.

LIBERTÉ. — ÉGALITÉ. — FRATERNITÉ.

LE MONITEUR SCIENTIFIQUE-QUESNEVILLE.

JOURNAL DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES.

Avec un Bulletin médical et de pharmacie.

LA SANTÉ ET L'HYGIÈNE.

JOURNAL MENSUEL.

ABONNEMENTS : **20** fr. par an FRANCO pour la France, **25** fr. pour l'étranger et **30** fr. pour pays d'outre-mer. — Chaque livraison : **2** francs.

On s'abonne chez M. le docteur QUESNEVILLE, rue de Buci, 12, à Paris.

362e Livraison. FÉVRIER. Année 1872.

SOMMAIRE.

Pages

Sur la fermentation; par M. le baron Justus de Liebig. — Traduit de l'allemand pour le *Moniteur scientifique;* par M. A. Gerout........ 99

Première Partie. — Fermentation alcoolique........ 99

Deuxième Partie. — Fermentation acétique........ 117

Discussion au sujet des précédents mémoires........ 126

Note sur un mémoire de M. Liebig, relatif aux fermentations; par M. Pasteur, p. 126. — Réponse de M. Fremy, p. 128. — Recherches sur l'origine des levûres lactique et alcoolique ; par M. A. Trécul, p. 131. — Réplique de M. Pasteur, p. 135 et 136. — Nouveau mémoire de M. Trécul sur les cellules de levûre de bière devenues mobiles comme des monades, p. 136. — Note sur les prétendues transformations des bactéries et des mucédinées en levûres alcooliques ; par M. J.-C. de Seynes. — Réflexions concernant l'hétérogénie, suggérées par les expériences et les opinions de quelques observateurs contemporains; par M. Trécul, p. 139. — Déclaration de M. Fremy, p. 143. — Sur la nature et l'origine des ferments. Réponse de M. Pasteur à la note de M. Fremy, p. 144.

Académie des sciences........ 146

SÉANCE DU 8 JANVIER (suite). — Sur le mouvement des projectiles oblongs dans les milieux résistants; par M. Martin de Brettes. — Sur les effets des variations du travail transmis par les machines, et sur les moyens de les régulariser; par M. E. Rolland. — Sur une relation entre les actions capillaires et les densités dans les solutions salines. — Deux lettres de M. Janssen sur son voyage dans l'Inde. — Action de la chaleur sur les oxychlorures de silicium ; par MM. Troost et Hautefeuille. — Lettre de M. de Seynes sur les prétendues transformations des bactéries et des mucédinées en levûre alcoolique. — M. Béchamp revient sur le développement des ferments alcooliques et autres dans les milieux fermentescibles. — Suite du travail de M. Berthelot sur l'état des corps dans les dissolutions. — Analyse d'un alun complexe ; par M. de Luca. — Sur l'acide carbonique considéré comme comburant du carbone en présence de l'eau ; par M. Dubrunfaut. — Protestation de M. Dumas contre la note précédente. — Existence de l'amidon dans les testicules; par M. Dareste. — Types de transition parmi les météorites; par M. Stanislas Meunier, etc........ 14[illegible]

SÉANCE DU 15 JANVIER. — M. Dumas prouve par une expérience déjà ancienne que M. Dubrunfaut est dans l'erreur quand il dit que le carbone ne brûle pas dans l'oxygène *parfaitement sec.* — M. Chevreul, qu'une critique de M. Dubrunfaut a exaspéré, fait chorus à M. Dumas. — M. Henri Deville revient sur la question des hautes températures et de la température du soleil. — M. Trécul présente quelques réflexions sur l'hétérogénèse. — M. Fremy affirme qu'il n'existe aucune expérience rigoureuse qui démontre l'existence de germes dans l'air. — M. Blanchard se mêle au débat. — Sur les points de radiation des étoiles filantes; par M. Heiss. — Rapport de M. Bec-

Pages

querel sur divers mémoires de M. Fonvielle. — Lettre de M. Janssen. — M. Sidot a constaté que certains métaux s'électrisent. — Sur le phénol; par MM. Dusart et Bardy. — Sur les gaz du sang; par MM. Ed. Mathieu et V. Urbain. — Réaction qui se produit entre le soufre et la vapeur d'eau; par M. V. Meyers. — Action des éclipses sur les éléments du magnétisme terrestre. — Des cyclones; par M. Tarry, etc...... 149

SÉANCE DU 22 JANVIER. — M. Balard recommence ses vexations contre M. Fremy. — M. Fremy *répond* qu'il ne *répondra pas*. — M. Pasteur fait à son tour la critique des expériences de M. Fremy. — Observations de la température du sol; par MM. Becquerel. — Phénomènes que la comète d'Encke a offerts à sa dernière apparition; par M. Huggins. — Le Père Secchi lance sa sixième lettre sur les protubérances solaires. — Sur les distillations simultanées; par M. J. Pierre. — Rapport de M. H. Deville sur un mémoire de M. Gruner relatif à l'action de l'oxyde de carbone sur le fer et ses oxydes. — Sur le gyroscope marin; par M. E. Dubois. — Sur les courants d'induction produits dans les bobines d'un électro-aimant; par M. de Jacobi. — Sur la construction des cartes célestes très-détaillées; par MM. Prosper et Paul Henry. — M. Renou signale des erreurs dans l'*Annuaire météorologique*. — Tube ozoniseur de M. Houzeau........ 152

SÉANCE DU 29 JANVIER. — Sur la théorie du pendule de Foucault; par M. Serret. — M. Fremy fait sa première communication sur les fermentations. — M. Balard *retaquine* M. Fremy. — Mêlée générale. — M. Chevreul annonce que son *Traité des couleurs* fait florès à Verviers. — M. Chevreul se plaint qu'on ne l'apprécie pas en France comme il le mérite. — Le Père Secchi revient sur la température du soleil. — M. Ch. Martins s'occupe de la position originelle et normale de la main chez l'homme et dans la série des vertébrés. — M. E. Liais adresse une note sur les observations méridiennes absolues dans les basses latitudes australes. — M. Ledieu présente des objections contre le gyroscope marin de M. Dubois. — Réponse de MM. Montefiore-Levi et Kunzel à la réclamation de MM. Ruolz et Fontenay sur le bronze phosphoreux. — M. Peslin adresse une note sur les raies du spectre solaire. — Sur la sursaturation du chlorure de sodium. — Certains tremblements de terre peuvent être prévus, d'après M. Fron. — Sur la stratigraphie des météorites; par M. Stanislas Meunier, etc., etc........ 155

SÉANCE DU 5 FÉVRIER. — M. Dupuy de Lôme fait une communication détaillée sur ses expériences relatives à la direction des ballons. — M. Fremy continue sa communication sur les ferments. — Intervention de M. Dumas. — Lois de l'écoulement des liquides dans les espaces capillaires; par M. Duclaux. — Sur la vapeur vésiculaire; par M. Plateau fils. — Nouveau procédé saccharimétrique; par M. G. Chancel. — Sur l'atmosphère solaire; par M. Blaserna. — L'aurore boréale du 4 février, etc., etc. 158

SÉANCE DU 12 FÉVRIER. — M. Serret attaque les critiques de M. Renou, qu'il considère comme venimeuses. — Réponse vigoureuse de M. Pasteur à M. Fremy. — M. Chevreul rappelle les théories de Stahl et de Van Helmont sur les ferments. — Sur l'étude et l'enseignement de la géographie; par M. Levasseur. — Conservation des grains par le vide de M. Louvet. — Rapport de M. de Saint-Venant sur un mémoire de M. Kleitz. — La fusion et le morcellement des balles dans les plaies. — Sur le pouvoir réflecteur des miroirs en verre argenté; par M. Wolff. — Réponse de M. Vicaire au Père Secchi. — Recherches de M. Gernez. — M. le docteur Engel. — M. Baudrimont. — Sur la manne du tilleul, etc., etc........ 162

Histoire du noir d'aniline; par M. John Lightfoot........ 165

Divers travaux sur la formation de l'urée par l'action de l'hypermanganate de potasse sur les matières albuminoïdes...... 170

M. Béchamp. — M. Ritter. — M. Tappeiner, de Leipsick........ 170

Études sur l'aérostat de M. Dupuy de Lôme........ 175

Notes relatives à la médecine dosimétrique; par M. le docteur Burggræve, de Gand........ 180

Société de thérapeutique........ 184

Discussion sur les moyens de remplacer le sous-nitrate de bismuth à cause de son prix élevé........ 184

Faits divers........ 186

Sur nos relations avec l'Allemagne; par M. Berthelot. — Histoire de nos relations avec l'Académie de médecine; par MM. J. Baillière et fils. — Réponse du docteur Muller à la lettre de M. Joffroy. — La franchise de M. Kolbe. — L'Université de Strasbourg........ 186

Publications nouvelles........ 191

SUR LA FERMENTATION.

Par le baron JUSTUS DE LIEBIG (1).

Traduit de l'allemand pour le MONITEUR SCIENTIFIQUE, par M. A. GUEROUT.

Première Partie. — FERMENTATION ALCOOLIQUE.

De ses recherches sur le rôle de la levûre dans la fermentation alcoolique publiées il y a neuf ans dans les *Annales de chimie et de physique* (2), M. Pasteur a tiré cette conclusion, que mon explication de l'action de la levûre sur le sucre était dénuée de tout fondement. J'avais admis que le dédoublement de la matière fermentescible en des substances d'une composition plus simple devait être attribué à un travail de décomposition s'accomplissant dans le ferment lui-même, et que l'action sur le corps fermentescible de la substance promotrice de la fermentation se manifestait tant que durait ce travail de dédoublement du ferment et se terminait avec lui.

La transposition des atomes constitutifs de la molécule de sucre serait, d'après cela, une conséquence de la décomposition ou transposition d'une ou de plusieurs des parties constituantes du ferment; elle n'aurait lieu qu'au contact de ces deux substances.

M. Pasteur envisage la fermentation de la manière suivante :

« L'acte chimique de la fermentation est essentiellement un phénomène corrélatif d'un acte vital, commençant et s'arrêtant avec ce dernier. Il pense qu'il n'y a jamais fermentation alcoolique sans qu'il y ait simultanément organisation, développement, multiplication de globules ou vie poursuivie, continuée de globules déjà formés. »

M. Pasteur considère donc la fermentation comme un travail chimique corrélatif et dépendant d'un phénomène physiologique; les fonctions vitales du ferment sont pour lui la condition du dédoublement de l'atome de sucre. Cette manière de voir avait déjà, il y a vingt ans, trouvé des partisans, comme je l'ai exposé en détail dans mes *Lettres sur la chimie*, (20e lettre). A l'époque où je développais mes vues sur la fermentation, la nature de la levûre ne m'était pas inconnue, mais le phénomène physiologique n'était pas du domaine de mes recherches : ce que je cherchais à faire était de donner du phénomène chimique de la décomposition du sucre une expression simple, qui pût s'appliquer à tous les phénomènes analogues.

Quant au fait que je cherchais à expliquer, c'est-à-dire le dédoublement de la substance fermentescible au contact des grains de levûre, M. Pasteur n'a pas abordé cette question, et, se contentant de donner pour cause à la fermentation un acte vital, il remplace une explication par un fait, qui, lui-même, aurait besoin d'être expliqué.

En se plaçant au point de vue chimique, dont je voudrais ne pas m'écarter, un acte vital est un état de mouvement, et, dans ce sens, la manière de voir de M. Pasteur n'est pas en opposition avec la mienne et ne la contredit nullement. On observe, disais-je, que la levûre, conservée simplement sous l'eau, s'altère et finit par tomber en putréfaction, comme une matière animale; ce phénomène a un commencement, une certaine durée, et une fin; cela suppose que les particules de la levûre se trouvent dans un état de déplacement et de transposition, c'est-à-dire de mouvement dont le résultat est un dédoublement en d'autres combinaisons plus simples, ne s'altérant plus à l'abri de l'air; dans ce cas, au moment où le mouvement cesse, commence un état d'équilibre.

Cet état de mouvement est complétement indépendant de l'influence des substances étrangères; on observe, en outre, toute une série de corps qui, au contact de la levûre, subissent dans l'arrangement de leurs atomes une modification telle qu'il se forme de nouveaux pro-

(1) Mémoire lu à l'Académie des sciences de Munich, le 6 novembre 1869, et publié dans les *Sitzungsberichte der Kœniglich bayerischen. Academie der Vissenchaften zu München*, 1869, t. II, cahier 3, p. 323.

(2) 3e série, t. LVIII, p. 329.

duits. Le sucre, par exemple, se comporte comme s'il était partie constituante des grains de levûre et ses atomes subissent un déplacement, une transposition.

J'avais comparé l'action du ferment sur les substances fermentescibles à celle qu'exerce la chaleur sur les molécules des corps organiques. Dans les deux cas, disais-je, il se produit un mouvement qui vient modifier l'arrangement intime des atomes. L'acide acétique se décompose par l'action de la chaleur en acide carbonique et en acétone, de la même manière que le sucre, sous l'influence de la levûre, se dédouble en acide carbonique et en alcool ; ainsi, dans la décomposition de l'acide acétique, l'acide carbonique contient les 2/3 de l'oxygène, l'acétone tout l'hydrogène que renfermait l'acide acétique ; dans la fermentation du sucre, l'acide carbonique contient les 2/3 de l'oxygène, et l'alcool tout l'hydrogène qui existaient dans le sucre.

Le développement d'une plante, la formation et la multiplication des champignons de la levûre dépendent de la présence et de l'assimilation de substances nutritives qui, une fois absorbées, deviennent parties constituantes de l'organisme vivant : mais dans l'acte de la fermentation l'action du ferment s'exerce, on peut le dire, en dehors de son organisme et les produits du dédoublement ne sont plus assimilables par ce dernier. L'acte vital et la réaction chimique sont évidemment deux phénomènes que l'on doit expliquer indépendamment l'un de l'autre.

La théorie qui fait du développement et de l'accroissement des globules de levûre la cause de la décomposition du sucre dans la fermentation, est contredite par ce fait que la levûre détermine la fermentation d'une solution de sucre pur ; la levûre est composée en grande partie d'une matière sulfurée riche en azote, elle contient, en outre, une certaine quantité de phosphates et il était difficile de comprendre qu'en l'absence de l'un et l'autre de ces corps, le nombre des grains de levûre pût s'accroître dans une solution de sucre pur en fermentation.

A cela s'ajoutait que la levûre de bière exerce sur beaucoup de substances la même action décomposante que sur le sucre.

J'ai montré que le malate de chaux entre rapidement en fermentation, au contact de la levûre, et qu'il se dédouble en acide carbonique et en trois autres sels calcaires, l'acétate, le carbonate et le succinate de chaux. Si c'est en vertu de son développement et de son accroissement qu'agit la levûre, il est difficile de se rendre compte de son action sur le malate de chaux et sur les autres sels organiques à acides végétaux. On n'a jamais observé dans aucune fermentation autre que la fermentation alcoolique, la production de globules capables de dédoubler le sucre en alcool et en acide carbonique. Les acides malique, citrique, etc., ne contiennent pas de sucre, mais ils subissent, sous l'influence de la levûre, une décomposition analogue à celle qu'éprouve le sucre et, si l'action de la levûre était due au phénomène physiologique, les globules devraient s'accroître et se multiplier dans ce cas comme dans l'autre.

La levûre tranforme de même la salicine en solution aqueuse, en saligénine et acide salycileux (H. Ranke) ; et nous savons que l'émulsine opère sur la salicine un dédoublement analogue, sans qu'on puisse dans ce dernier cas, observer de phénomène physiologique.

L'émulsine agit de la même manière sur la salicine et sur l'amygdaline, et l'on peut au bout de quelques minutes s'assurer de son action décomposante en décelant les produits formés, pour la salicine, au moyen de la coloration violette avec le perchlorure de fer, pour l'amygdaline, par la formation du bleu de Prusse.

Dans la décomposition de l'amygdaline par l'émulsine, nous savons que l'eau joue un certain rôle. L'amygdaline ne se décompose que tant que l'eau en présence peut encore dissoudre l'essence d'amandes amères produite. Une fois ce point de saturation atteint, l'amygdaline reste inaltérée ; mais si on ajoute de l'eau, une nouvelle quantité se décompose et ainsi de suite jusqu'à ce que, par une addition suffisante d'eau, toute l'amygdaline ait disparu. Le lait d'amandes préparé avec les amandes douces peut être considéré comme une solution concentrée d'émulsine : si on l'additionne de sucre de raisin, il se produit au bout de peu de temps une violente fermentation alcoolique.

Si, dans le cas de la décomposition de la salicine par la levûre, on attribue un rôle au

phénomène physiologique de la croissance et du développement des globules, on ne peut plus expliquer l'action de l'émulsine sur la salicine. Si, au contraire, on admet que c'est l'élément azoté riche en soufre et facilement altérable des amandes douces, l'émulsine, qui a opéré le dédoublement de la salicine, cette dernière opinion se trouve corroborée par l'existence dans la levûre d'un corps azoté riche en soufre et éminemment altérable. L'émulsine et la levûre de bière ont en outre ce point de commun qu'après avoir été bouillies dans de l'eau, toutes deux perdent la propriété de produire la fermentation.

Mais, si des substances riches en azote et en soufre telles que l'émulsine, peuvent, par suite d'une transposition de leurs atomes, exercer une action sur d'autres molécules organiques et les décomposer en de nouveaux produits, nous avons droit de suposer que l'élément azoté sulfuré de la levûre de bière joue un role analogue dans l'action de cette dernière sur le sucre. Si cette opinion se confirme, il resterait à déterminer quelle relation existe entre le phénomène physiologique de la formation de la levûre et cette substance azotée riche en soufre, qui évidemment n'acquiert la propriété de produire la fermentation qu'au moment où elle devient partie constituante des globules.

Il se pourrait qu'il n'y eût, entre l'acte physiologique et l'acte de la fermentation, d'autre relation que la production dans la cellule vivante du corps qui, par une action propre, analogue à celle de l'émulsine sur la salicine et l'amygdaline, peut opérer le dédoublement du sucre et d'autres atomes organiques. Le phénomène physiologique serait alors nécessaire pour produire cette substance, mais ne se rattacherait pas autrement à la fermentation elle-même.

J'ai fait, dans le sens de ces questions, quelques recherches qui pourront peut-être contribuer à élucider ce point.

La nature de la levûre de bière et de vin ne présente aucun doute : elle offre le mode de développement de différentes espèces de cryptogames. D'après les recherches microscopiques du docteur Lermer, les globules de levûre à l'état adulte se composent d'une paroi cellulaire, d'une pellicule primordiale adhérente à cette paroi, puis d'une substance granulée gélatineuse, le *protoplasme*, et enfin d'un liquide aqueux interposé en gouttelettes ou *vacuoles* plus ou moins grosses dans le protoplasme.

« Quand on laisse séjourner la levûre sous l'eau distillée, ces vacuoles grossissent sensiblement et s'étendent même souvent jusqu'à la paroi de la cellule ; à ce phénomène se rattache celui de la dilatation des globules de levûre : tous deux reposent sur la diffusion, en vertu de laquelle les globules absorbent non-seulement de l'eau, mais encore cèdent au liquide environnant une partie des fluides qu'ils contiennent. » (Lermer.)

« La solution d'iode ne colore que légèrement les globules en jaune ; le sucre et l'acide sulfurique ne leur communiquent qu'une coloration rose à peine marquée ; on peut donc conclure que la proportion de principes albumineux a été sensiblement diminuée par le séjour sous l'eau. » (Lermer.)

Je doute que le corps que l'eau peut enlever à la levûre soit une substance albuminoïde. Si on prend 1 litre de levûre fraîche à l'état pâteux et qu'on la lave quatre fois par décantation en employant chaque fois 6 à 8 litres d'eau, puis qu'on la délaie une cinquième fois dans 4 litres d'eau, au bout de trois à quatre heures de contact, ce liquide ne contiendra que de fort petites quantités de matière organique, au plus 350 milligrammes par litre, et la levûre ainsi lavée semble avoir à peine perdu de sa propriété d'exciter la fermentation. Si on laisse plus longtemps la levûre lavée en contact avec son volume d'eau, le liquide se charge davantage de matière organique et peut en contenir au bout de quelques jours dix fois plus qu'il n'y en avait dans la dernière eau de lavage ; 20 centimètres cubes du liquide ont donné 78 milligrammes de résidu, soit 3gr.9 par litre. La substance organique que l'eau enlève peu à peu au ferment semble être un produit de décomposition d'un des éléments de ce dernier ; elle communique au liquide des propriétés remarquables.

Si l'on y fait dissoudre du sucre de canne cristallisé, il se convertit en sucre de raisin ; déjà au bout de quelques minutes, on obtient par l'addition du réactif de Fehling et avant que la liqueur soit à l'ébullition, un abondant précipité d'oxyde de cuivre. Ce liquide a une très-faible réaction acide, il est incolore et insipide et donne, avec l'acétate de plomb et

l'acide tannique, un léger trouble laiteux ; il perd sa transparence quand on l'expose quelques jours à l'air libre et il s'y forme un précipité blanc floconneux.

Pour me faire une idée de l'intensité de l'action de cette substance organique sur le sucre cristallisé, j'ai dissous en diverses proportions du sucre de canne dans cette eau de levûre et dosé au bout de vingt-quatre heures la quantité de sucre de raisin formé : 25 grammes de sucre de canne dissous dans 100 centimètres cubes de cette solution et abandonnés pendant la nuit se sont complétement convertis en sucre de raisin ; ces 100 centimètres cubes de dissolution contenaient $0^{gr}.39$ de la matière organique de la levûre ; je crois que ce liquide pourrait transformer ainsi de plus grandes quantités de sucre de canne.

Quand on chauffe à l'ébullition cette eau de levûre, elle perd complétement sa propriété d'agir sur le sucre de canne.

Il ne peut y avoir aucun doute sur la cause de cette action de l'eau de levûre ; elle contient, comme le montre la manière dont elle se comporte au contact de l'air et à l'ébullition, une substance en état de décomposition moléculaire et c'est de cet état de mouvement que doit dépendre la transformation du sucre de canne en sucre de raisin ; les particules de sucre se comporteraient comme si elles étaient partie intégrante de la matière azotée en décomposition : elles se grouperaient dans un ordre nouveau. L'action provoquée par le contact d'une très-petite quantité de cette substance en décomposition serait la même que celle que produit le contact des acides minéraux, c'est-à-dire que celle qui résulte d'une puissante affinité chimique. Nous avons, d'ailleurs, un phénomène tout analogue dans l'action qu'exerce l'aldéhyde éthylique sur le cyanogène en solution aqueuse ; sous l'influence d'une petite quantité d'aldéhyde, ajoutée à cette solution, le cyanogène fixe les éléments de deux atomes d'eau pour former de l'oxamide, et l'on sait que l'aldéhyde est une substance éminemment altérable. Il est évident que l'aldéhyde, dont une partie se convertit en un corps analogue à l'acroléine, exerce, pendant cette transformation, une action qui produit un nouveau groupement des atomes de l'eau avec ceux du cyanogène. Schmidt et Glutz ont du reste observé qu'au contact de l'acide chlorhydrique concentré, le cyanogène se change en oxamide de la même façon que le sucre de canne se convertit en sucre de raisin. La salicine aussi se dédouble par l'action de l'acide sulfurique étendu de la même manière que sous l'influence de l'émulsine.

La diastase qui se forme dans la germination de la plupart des céréales, contient une matière azotée capable de décomposer l'amidon en sucre de raisin et en dextrine, l'ébullition lui fait aussi perdre ces propriétés.

L'émulsine agit sur la salicine et l'amygdaline ; elle décompose l'hélicoïdine en acide salycileux, en saligènine et en sucre et l'arbutine en hydrochinone et en sucre ; mais elle n'a pas d'action sur l'amidon et le sucre de canne.

La diastase agit sur l'amidon, mais non sur l'amygdaline ; la substance de l'eau de levûre agit sur le sucre de canne, mais non sur l'amidon. Une foule d'autres matières organiques se comportent d'une façon analogue : la salive agit sur l'amidon comme la diastase de l'orge ; elle décompose la salicine, comme le fait l'émulsine, en sucre et en saligénine (Stœdeler) ; le suc pancréatique contient une substance capable de transformer l'amidon en sucre et de décomposer les graisses en glycérine et en acide gras. La pepsine appartient à la même classe de composés, ils sont tous azotés et ont entre eux ce point de commun que l'ébullition leur enlève leurs propriétés et qu'ils les perdent d'ailleurs au bout de peu de temps quand on les abandonne à eux mêmes. Nous avons, parmi ces substances, des corps de la composition la plus différente doués de propriétés analogues, mais à chacun appartient une action propre, ce qui prouve que toutes ces actions ont des directions différentes.

L'action du principe de l'eau de levûre sur le sucre est différente de celle de la levûre elle-même.

Tous les chimistes qui se sont occupés de la composition de la levûre n'ont jamais obtenu les mêmes nombres dans leurs analyses : Mitscherlich a trouvé 47 pour 100, Schlossberger jusqu'à 50 pour 100 de carbone ; le premier a obtenu 10 pour 100, le second jusqu'à 12 1/2 pour 100 d'azote.

Dans des recherches faites dans mon laboratoire, le docteur Reichenbach a trouvé dans

quatre dosages, dans de la levûre desséchée à 100 degrés, 34.57 pour 100 de carbone et 7.41 pour 100 d'azote; la levûre analysée était très-active à l'état humide.

La composition de la levûre varie, on peut le dire d'un jour à l'autre et c'est une preuve certaine de l'état continuel d'altération de cette substance.

La levûre renferme constamment du soufre en se putréfiant, elle dégage de l'hydrogène sulfuré; Mitscherlich y a trouvé 0.6 pour 100 de soufre. Dans des dosages faits dans mon laboratoire on a trouvé dans une levûre desséchée 0.685 ; dans une autre 0.568 (Reichenbach), dans une troisième 0.387 pour 100 de soufre (Dempwolff).

La quantité de cendres que donne la levûre varie comme la quantité de ses éléments combustibles; on obtient avec la levûre sèche en moyenne 7 à 8 pour 100 de cendre très-riche en phosphate de potasse; ce sel est évidemment, dans la levûre, à l'état de combinaison comme dans les graines de céréales, puisqu'on ne peut l'enlever par des lavages.

Deux cendres de levûre ont présenté la composition suivante :

	I.	II.	Mitscherlich.
Acide phosphorique	44.76	48.53	59.3
Potasse	29.07	30.58	28.3
Soude	2.46	.....	....
Chaux	2.39	2.10	12.5
Magnésie	4.09	4.16	
Silice	14.36	.....	....
Chlore, acide carbonique, oxyde de fer.	2.12	.....	....
	99.25		

La cendre de levûre contient les mêmes éléments et presque dans les mêmes proportions que les grains de blé et de seigle et aussi que l'orge, si on fait abstraction de la silice. D'autres champignons, comme la truffe et la morille, contiennent une plus forte proportion de potasse (O. Kohlrausch).

	Tuber cibarium.	Morchella esculenta.
Acide phosphorique	32.96	39.03
Potasse	54.51	49.51
Chaux et magnésie	22.83	18.48
Acide sulfurique	1.17	2.98

L'absence d'acide sulfurique dans les cendres de levûre est digne de remarque, elle s'expliquerait peut-être par la prédominance de l'acide phosphorique; la cendre des champignons communs (*agaricus campestris*) contient 24.29 pour 100 d'acide sulfurique, mais seulement 15.43 pour 100 d'acide phosphorique (Kohlrausch).

Les champignons vivent en parasites de substances produites dans l'organisme d'autres plantes; leurs spores se comportent envers les détritus de végétaux, les restes d'animaux ou les solutions qui en contiennent les principales parties constituantes comme la fleur d'une plante annuelle, d'une graminée, par exemple, qui, après la fécondation, concentre dans la graine en formation, et sous forme d'éléments constituants de cette graine, les substances déjà contenues dans les feuilles, la tige et les racines. C'est d'une façon analogue que les corps protéiques, les phosphates et les substances non azotées solubles contenues dans les détritus de plantes passent dans le champignon en voie de développement et y prennent, sous l'influence de son activité organique, la forme d'albumine, de légumine, de sucre de mannite, de cellulose, etc. Du bois de chêne vermoulu, analysé par Schlossberger (*Ann. Ch. pharm.*, LII, 115), contenait à peine une trace de phosphates, tandis qu'un champignon parasite, (le *Dædalea quercina*), qui avait poussé sur ce bois, en renfermait une certaine quantité.

L'altérabilité de la levûre avec le temps est chose bien connue ; si on couvre d'eau de la levûre à l'état de pâte et qu'on l'expose dans un endroit frais, on observe un dégagement de gaz : ce gaz est de l'acide carbonique exempt d'azote.

Dans la levûre pâteuse se forment des cavités coniques d'où les bulles de gaz s'élèvent comme d'autant de petits cratères; mais la plus grande partie du gaz se dissout dans l'eau superposée et s'en échappe ensuite par évaporation.

Si on élève la température de la levûre humide, le dégagement de gaz devient plus appa-

rent : il se forme de la mousse à la surface du liquide ; la décomposition qui se produit déjà dans la levûre à la température ordinaire est donc activée par l'action de la chaleur.

A 30, à 35° C., il se produit une fermentation véritable et presque violente, comme celle qui prend naissance dans une solution de sucre à laquelle on a ajouté une quantité suffisante de levûre fraîche ; si le flacon n'est pas assez grand et est muni d'un col étroit, la masse mousseuse peut facilement passer par dessus ; si l'eau surnageante a à peu près le même volume que la levûre, il se forme pendant la fermentation une pâte claire homogène qui, lorsque la fermentation est terminée, se sépare de nouveau en un dépôt et une solution claire surnageante, de couleur jaune. Quand on ne peut plus apercevoir de dégagement de gaz et que la liqueur s'est éclaircie, la réaction est terminée.

J'ai déjà indiqué la production d'acide carbonique dans cette fermentation de la levûre ; il s'y forme encore un produit volatil, l'alcool ; la présence de ces deux corps a déjà été constatée par MM. Béchamp et Pasteur dans l'eau qui est restée en contact avec la levûre ; M. Pasteur avait aussi trouvé que, lorsqu'on fait fermenter une petite quantité de sucre avec un excès de levûre, on obtient plus d'alcool que n'en pourrait produire le sucre employé, et il tire de là cette conclusion, que l'alcool devait avoir été nécessairement fourni par la levûre.

Pasteur explique ce phénomène de la manière suivante :

« La levûre de bière, formée à peu près exclusivement de globules arrivés à leur développement normal, adultes, si on peut s'exprimer ainsi, est mise en présence du sucre. Sa vie recommence. Elle donne des bourgeons. C'est un fait avéré. Y a-t-il assez de sucre dans la liqueur, les bourgeons se développent, assimilent du sucre et la matière albuminoïde des globules mères. Ils arrivent ainsi peu à peu au volume que nous leur connaissons. Voilà l'image fidèle des fermentations lentes ordinaires. Supposons, au contraire, un poids de sucre de beaucoup insuffisant pour amener les premiers développements à l'état de globules complets ou même de globules formés et visibles, on aura alors affaire en quelque sorte à des globules mères ayant tous de très-jeunes petits. La nourriture extérieure venant à manquer, les très-jeunes bourgeons vivent alors aux dépens des globules mères. »

Il rend compte comme il suit de la fermentation de la levûre elle-même : « La vie du mycoderme de la levûre se déclare dès que les conditions de température et d'humidité sont convenables. Comme une graine toujours prête à germer, la levûre, si elle a la température et l'eau nécessaires, vit aux dépens de sa propre substance et sa vie se manifeste par l'acte physiologique qui la caractérise : la formation de l'acide carbonique, de l'alcool, de l'acide succinique et de la glycérine. Vient-on à placer cette levûre en présence du sucre, elle ne fait que continuer cette vie, qui n'est jamais suspendue, mais alors elle en accomplit toutes les phases avec une bien plus grande énergie apparente, parce que, dans le même temps, la somme de vie et d'organisation est incomparablement accrue. »

Je dois avouer que je ne suis pas en état de me faire une idée bien nette de l'opinion de M. Pasteur sur la cause de la fermentation du sucre et de la levûre, telle qu'il l'a exposée dans les passages précédemment cités. M. Pasteur a enrichi l'histoire de la fermentation d'une quantité de faits intéressants ; mais, pour ce qui est de la cause du dédoublement du sucre, ces faits ne nous ont nullement aidés à en pénétrer le mystère.

On ne peut guère douter que la levûre qui se forme dans la fermentation de la bière n'emploie, pour former les parois de ses cellules, une certaine quantité de sucre ; mais comment cette conversion du sucre en cellulose, ce dédoublement d'un hydrate de carbone en un autre moins hydraté et en les éléments de l'eau peut-il entraîner la décomposition d'une autre partie du sucre en solution ; c'est là une question qui demeure complétement incompréhensible.

Dans une de ses expériences, M. Pasteur avait dissous $9^{gr}.899$ de sucre dans 20 centimètres cubes d'une décoction claire de levûre de bière, et avait ajouté une trace de levûre. Le liquide entra en fermentation, et la levûre introduite comme semence se développa sensiblement. Après complète décomposition du sucre, cette levûre fut pesée ; son poids était de 152 milligrammes. La levûre contient en moyenne, d'après M. Pasteur, 18 1/2 pour 100 de cellulose ; cette quantité de cellulose correspond à 20 pour 100 de sucre ; de la quantité de sucre em-

ployé, 9.869 milligrammes ont donc subi la fermentation, et 30 milligrammes ont servi à la formation de la levûre.

On a peine à concevoir que l'acte physiologique de la transformation de 30 milligrammes de sucre en la matière qui forme les cellules de la levûre puisse amener une quantité 329 fois plus grande de sucre à se décomposer en alcool et en acide carbonique, ou bien en acide succinique, glycérine et acide carbonique, en produits, en un mot, qui ne jouent plus aucun rôle dans la vie des globules.

Il est encore plus difficile de comprendre l'explication que donne M. Pasteur de la fermentation de la levûre elle-même et de la formation d'alcool et d'acide carbonique, aux dépens de sa propre substance. Lorsque, dans des conditions convenables de température et d'humidité, les cellules de levûre germent et bourgeonnent comme des graines, les jeunes globules peuvent se former aux dépens de la substance des globules mères, cela se comprend, mais on ne s'explique pas d'où viennent l'alcool et l'acide carbonique. Les nouvelles cellules ne peuvent avoir d'autre action que celle de la substance qu'elles ont enlevée aux anciennes.

M. Pasteur pense que, dans la fermentation de la levûre, la cellulose des globules mères se convertit en sucre dont une partie servirait à former la paroi cellulaire des bourgeons en état de développement, et l'autre se décomposerait en acide carbonique, alcool, et acide succinique. Cette manière de voir trouverait un contrôle dans le dosage de la cellulose et de l'alcool; l'alcool produit devrait être en rapport avec la cellulose disparue.

J'ai essayé d'extraire la cellulose de la levûre par la méthode de M. Schlossberger (*Ann. Ch. und Pharm.*, LI, 205), mais je n'ai pu parvenir à l'obtenir complétement exempte d'azote. Après des traitements successifs par l'acide chlorhydrique étendu pour dissoudre les phosphates terreux, puis par la potasse à chaud, les cellules de levûre étaient presque transparentes sous l'eau; au microscope, leur contenu présentait toujours une apparence grenue; sur le filtre, elles formaient une gelée épaisse et opaque; après dessiccation, elles avaient l'aspect gris et fibreux de la pâte à papier. Je me suis assuré que la masse se composait en majeure partie de cellulose, elle se dissolvait sans noircir dans l'acide sulfurique concentré, et cette solution, étendue d'eau et bouillie longtemps, donnait les réactions du sucre de raisin. Sur 100 de levûre sèche, je n'ai jamais obtenu plus de 17 pour 100 de cellulose telle que je viens de la décrire; la plupart du temps, le rendement était inférieur à ce chiffre. Je ne pense pas que la levûre contienne plus de 12 à 14 pour 100 de cellulose pure. La cellulose que j'ai préparée au moyen de la levûre ne se dissolvait pas dans la solution ammoniacale d'oxyde de cuivre.

M. Pasteur a trouvé dans trois essais 17.77, 19.29 et 19.21; en moyenne, 18.76 pour 100 de cellulose.

Le dosage de l'alcool produit dans la fermentation de la levûre ne présente aucune difficulté.

La levûre dont je me suis servi était, comme dans toutes mes expériences, de la levûre dite *inférieure,* provenant des brasseries locales. Après l'avoir délayée dans de l'eau, on la passa à travers un tamis très-fin pour la séparer des fragments de houblon et autres corps solides. On laissa déposer ce qui avait traversé le tamis; le dépôt fut ensuite additionné de 10 fois son volume d'eau, et on lava par décantation jusqu'à ce que l'eau de lavage ne présentât plus aucune coloration. Quand la levûre se sépare de l'eau qui la tient en suspension, une partie se dépose plus facilement et plus vite au fond du vase, une autre ne se dépose qu'avec une extrême lenteur; il est bon de ne pas attendre, pour décanter, le complet éclaircissement du liquide, et de le faire dès que la plus grande partie s'est déposée avec un bord net, ce qui se fait assez rapidement. Après avoir répété plusieurs fois cette opération, on obtient une levûre homogène dans laquelle on ne peut déceler, au microscope, aucune cellule étrangère.

On empêche la levûre de s'agglomérer sous l'eau en ajoutant aux eaux de lavage, dès le commencement, un peu de carbonate de potasse: cette addition n'a aucune influence sur les propriétés de la levûre.

J'ai déjà indiqué que c'est à une température de 30 à 35° C. que la fermentation de la levûre

est le plus rapide ; c'est à peine si au bout de trente-six heures on peut encore apercevoir le dégagement d'acide carbonique.

Une température de 60 degrés tue les globules ; dans de l'eau portée à cette température, ils ne fermentent plus et perdent la propriété de faire fermenter le sucre.

I. 1,500 centimètres cubes de levûre, délayée avec soin dans de l'eau, équivalant, d'après deux dosages, à 147 grammes de levûre sèche, donnèrent, en distillant le mélange, au bout de dix-huit heures, 14gr.792 d'alcool hydraté, d'une densité de 0.8472, soit 11.981 d'alcool anhydre.
II. 1,200 centimètres cubes = 48gr.88 de levûre sèche, donnèrent, au bout de trente-six heures, 6.188 d'alcool.
III. 1,200 centimètres cubes = 91gr.5 de levûre sèche, donnèrent, au bout de vingt-quatre heures, 8.23 d'alcool.
IV. 1,000 centimètres cubes = 79gr.22 de levûre sèche, donnèrent, au bout de dix-huit heures, 6.66 d'alcool.
V. 1,000 centimètres cubes = 100gr.58 de levûre sèche, donnèrent, au bout de trente-six heures, 13.9 d'alcool.

En calculant en cellulose l'alcool obtenu dans ces cinq expériences, et la comparant à la cellulose contenue dans la levûre, on arrive au résultat suivant :

Je prends pour base de mes calculs les chiffres donnés par M. Pasteur pour la teneur de la levûre en cellulose, soit la moyenne de 18.76 pour 100 ; mes propres dosages m'ont donné des nombres un peu inférieurs.

Dans l'expérience I, les 147 grammes de levûre mis à fermenter contenaient, d'après M. Pasteur, 27.57 de cellulose qui, convertis en sucre, pouvaient produire 15.7 grammes d'alcool ; on a obtenu 11.98 d'alcool correspondant à 76 pour 100 du poids de la cellulose de la levûre ; en d'autres termes, sur 27.57 grammes de cellulose, 8.63 grammes devaient être restés intacts :

			DEVAIENT DONNER.	ONT DONNÉ.		
	Levûre.	Cellulose.	Alcool.	Alcool.	Cellulose.	
	—	—	—	—	—	
I.	147.0	27.57	15.7	11.98	76	pour 100.
II.	48.8	9.16	5.2	6.18	118	—
III.	91.5	17.16	9.7	8.23	87	—
IV.	79.22	13.85	7.8	6.66	85	—
V.	100.58	18.86	11.26	13.90	120	—

On remarque que la quantité d'alcool produite a augmenté avec la durée de la fermentation.

Dans les expériences II et V, dans lesquelles la fermentation fut plus longue de douze et dix-huit heures, on obtint, en proportion, plus d'alcool que dans les trois autres mélanges, et il est probable que, si on avait laissé ceux-ci fermenter plus longtemps à la température convenable, on aurait obtenu plus d'alcool. Le résultat de ces expériences n'en est pas moins décisif.

Si l'alcool était produit par la cellulose des parois des globules de levûre, dans les expériences II et V toutes les cellules eussent dû se trouver détruites dans la fermentation, et il eût dû être impossible de les retrouver dans le résidu ; un simple coup d'œil suffit, au contraire pour s'assurer que, dans la fermentation de la levûre, les cellules ne sont ni amoindries, ni anéanties.

J'ai dosé la cellulose dans le résidu de l'expérience V ; je l'ai traité alternativement par la potasse faible et l'acide chlorhydrique étendu et l'ai lavé par des décantations répétées ; je ne pouvais ainsi éviter une certaine perte et il resta en tout 11.750 grammes de cellulose.

D'après les recherches microscopiques du professeur Nœgeli, « les cellules de la levûre qui a fermenté sans sucre sont exactement semblables en forme et en grosseur à celles de la levûre ordinaire ; elles ne se distinguent de ces dernières que par les trois caractères suivants : 1° elles n'émettent plus de bourgeons ; 2° leur parois membraneuse est plus épaisse et plus résistante ; 3° le *plasma* qu'elles contiennent est plus floconneux et en moindre quantité. » Ce sont des cellules mortes et l'acte de la fermentation de la levûre n'est que la décomposition de leur contenu ; il est impossible dans cette fermentation de constater la moindre odeur putride.

La liqueur, surnageant la levûre fermentée et que l'on sépare du résidu par décantation, donne par l'ébullition une masse coagulée blanche, ressemblant à s'y méprendre à l'albumine coagulée ; l'eau de baryte produit dans cette liqueur un précipité blanc de phosphate de baryte ; si on ajoute de l'alcool tant qu'il se produit un trouble, il se dépose une masse sirupeuse et le liquide surnageant laisse déposer après l'évaporation de l'alcool de petits cristaux qui purifiés se présentent sous forme de petites écailles nacrées : c'est de la leucine.

Le corps que précipite l'alcool est riche en azote et contient une certaine quantité de soufre ; après avoir fait bouillir avec une lessive de potasse concentrée, l'addition d'un acide produit un dégagement d'hydrogène sulfuré. Le résidu de la fermentation de la levûre, composé de cellules mortes, se présente, après lavage et dessiccation, sous forme d'une masse brune et coriace : nous y avons dosé l'azote et le soufre; quatre dosages ont donné 5.75, 5.79, 5.85, 5.48, en moyenne 5.64 pour 100 d'azote et 0.603, 0.489 et 0.493 de soufre. La levûre fraîche contient 7.4 pour 100 d'azote, la levûre fermentée au contraire 1.76 pour 100 de moins. Il est évident que, dans la fermentation de la levûre, l'élément azoté subit une décomposition : la majeure partie passe en solution, le reste demeure dans les globules. De cette dernière partie on peut extraire, au moyen d'une solution faible de potasse, un corps analogue à la caséine, que les acides précipitent en flocons de sa solution alcoolique; l'analyse a montré qu'il contient moins d'azote que la caséine, seulement 11.39 pour 100.

Si ce n'est pas aux dépens de la cellulose des globules que se forment l'alcool et l'acide carbonique; il est clair qu'ils doivent être produits par un corps d'une composition identique ou analogue à celle du sucre et contenu dans les cellules, et comme ce corps n'est pas enlevé par le lavage de la levûre, il doit nécessairement s'y trouver sous forme de combinaison solide avec un autre corps riche en soufre et en azote.

Calculons maintenant le sucre correspondant à l'alcool obtenu dans l'expérience V; les 13.9 grammes d'alcool donnent 27 grammes de sucre ($C^{12}H^{12}O^{12}$). Ajoutons à ce sucre la cellulose de 100 grammes de levûre, d'après Pasteur 18.75, d'après mes analyses 16.5, nous obtiendrons un total de 45.6 ou 43.5 pour 100 d'éléments non azotés et il restera d'après cela 54.4 ou 56.5 pour 100 d'éléments azotés ; ces derniers contiennent 7.41 d'azote, soit de 13 à 13.5 pour 100 de leur poids d'azote ou environ 1.5 à 2 pour 100 de moins que n'en contiennent les matières albuminoïdes. Tenant compte de ce que la levûre doit contenir moins de 16 1/2 pour 100 de cellulose pure et qu'elle cède en outre à l'alcool une petite quantité de corps gras solides et liquides et une matière résineuse apportée probablement par le houblon (Schlossberger, *loc. cit.* page 198), nous ne nous écarterons guère de la vérité en admettant que l'élément azoté sulfuré de la levûre est ou bien un albuminoïde ou un corps très-voisin des albuminoïdes; on ne peut du reste douter que ce corps ne soit produit par un albuminoïde.

On est, je crois, parfaitement d'accord sur la manière dont se comporte la levûre dans la cuve du brasseur; dès qu'il s'est formé dans la liqueur des globules complets, la fermentation de sucre commence et les globules continuent à se développer sans interruption jusqu'à la complète décomposition du sucre.

J'ai indiqué que ce dédoublement du sucre est accompagné d'une décomposition du contenu des globules, qu'un principe azoté devient soluble et passe dans le liquide en fermentation; d'un autre côté, une partie des matières azotées de la liqueur est absorbée par les globules, de sorte que la solution regagne par la décomposition des cellules de levûre une partie de ce que celles-ci lui ont pris.

Déjà en 1853, dans des recherches sur la fermentation de la bière, entreprises à l'occasion des impôts sur cette substance, MM. Graham, A.-W.Hofmann et Redwood (*Chem. Soc. Qu.*, J. V., 229) ont reconnu que du moût de bière contenant du houblon et coloré en jaune clair par le malt, contient avant la fermentation 0.217 et après 0.134 pour 100 d'azote ; il ne reste donc dans la levûre que 0.083 pour 100 de l'azote que contenait le liquide, le reste est retourné à la solution ou ne l'a pas quittée. Dans un grand nombre de dosages de l'azote de la bière, M. Feichtinger (*Ann. ch. Pharm.*, CXXX, 227) a trouvé constamment pour la bière de Bavière une plus forte proportion d'azote.

D'après l'expérience des brasseurs, la levûre employée à produire la bière augmente de dix-huit à vingt fois son poids; c'est-à-dire que pour 100 de levûre ajoutée à l'état de pâte, on en retire 1,800 à 2,000.

Dans la fermentation du sucre par la levûre, on comprend que cette dernière ne puisse se développer, car l'eau sucrée pure manque de principe azoté sulfuré nécessaire à la nutrition des globules.

M. Pasteur envisage ce phénomène d'une manière toute particulière; il dit : « Mais examinons les choses de plus près, et nous arriverons à nous convaincre que, dans la fermentation des sucres en présence des matières albuminoïdes, *il ne se fait pas plus et même moins de levûre* que dans la fermentation avec de l'eau sucrée pure. »

En entendant par accroissement de la levûre, l'accroissement et la multiplication des globules eux-mêmes, l'assertion de M. Pasteur est complétement incompréhensible et en contradiction avec les résultats de ses propres expériences.

Dans un de ses essais, à une solution contenant 9.899 grammes de sucre, il avait ajouté 20 centimètres cubes d'une décoction de levûre, répondant à 0.334 grammes de matière azotée, et une trace de levûre; le liquide fermenta; après la fermentation il s'était formé 0.152 grammes de levûre sèche. En admettant qu'une trace de levûre pèse 2 milligrammes, on aurait une augmentation de 76 fois : 100 de levûre seraient devenus 7600.

Dans ses expériences sur l'eau sucrée et la levûre, dans l'essai A, il fit fermenter 100 grammes de sucre avec 4.625 grammes de levûre; cette levûre pesait, après la fermentation, 3.230 grammes ; elle avait perdu 30 pour 100 de son poids ; 100 de levûre s'étaient réduits à 70. Dans l'essai B, 100 de levûre s'étaient réduits à 91.

Avec beaucoup de sucre et peu de levûre, le poids de cette dernière augmenta ; ce fut l'expérience F qui lui donna la plus forte augmentation de poids ; 100 grammes de sucre mis à fermenter avec 1.198 grammes de levûre donnèrent un dépôt pesant 1.700 grammes, soit 142 pour 100 de la levûre employée.

Comparons l'essai cité tout d'abord, dans lequel le poids de la levûre est devenu 76 fois plus grand avec celui dans lequel la levûre n'a augmenté que de 42 pour 100 de son poids, l'énorme différence entre ces deux résultats s'explique aisément ; dans le premier essai il y avait dans le liquide en fermentation un corps pouvant servir à la nutrition et au développement des globules ; dans le second, la levûre était en présence de sucre pur.

Par *accroissement de la levûre,* on ne peut entendre autre chose qu'une augmentation du nombre des cellules ; mais cette multiplication des cellules suppose la présence d'une matière azotée propre à la formation de leur contenu azoté. Or, dans une solution de sucre pur, il n'y a pas de substance azotée ; on ne peut donc admettre que dans la fermentation du sucre avec la levûre le nombre des cellules actives puisse s'accroître : l'augmentation de poids doit avoir une autre cause.

Pour appuyer son assertion, M. Pasteur est parti d'une tout autre hypothèse. Quand on évapore à sec une solution fermentée de sucre, il reste, après traitement par un mélange d'alcool et d'éther (pour enlever l'acide succinique et la glycérine), un résidu azoté dont les éléments proviennent, d'après M. Pasteur, de la levûre ; il les désigne sous le nom de *parties solubles* de la levûre; elles entrent en dissolution pendant la fermentation ; elles doivent, dit-il, être ajoutées à la levûre qui subsiste après la fermentation, si on veut connaître sa véritable augmentation de poids. De cette façon, M. Pasteur trouve dans l'essai A 2.320 grammes de parties solubles dans le liquide fermenté et, les ajoutant aux 3.230 grammes du résidu de levûre, il obtient un total de 5.550 grammes de levûre surpassant de 0.934 grammes le poids de la levûre employée. Il convertit ainsi un déficit de 33 pour 100 en un excédant de 20 pour 100. Il n'y a pas de doute que le liquide contient, après la fermentation, un corps azoté fourni par la levûre, mais il est inexact que tous les éléments du résidu de l'évaporation de ce liquide soient empruntés à la levûre, et M. Pasteur l'a lui-même prouvé de la manière la plus convaincante.

Dans le § V de son mémoire, sous ce titre : *L'acide succinique, la glycérine, l'alcool et l'acide carbonique ne sont pas les seuls produits de la fermentation alcoolique,* il décrit l'expérience suivante : il a fait fermenter avec de la levûre 100 grammes de sucre et a dosé dans la liqueur fermentée l'acide succinique, la glycérine et les matières extractives.

La levûre employée pesait 1.198 grammes, les matières extractives (exemptes de glycérine et d'acide succinique) 1.130 grammes ; le résidu de levûre 1.700. Le poids des matières extractives n'était guère que de 68 milligrammes inférieur à celui de la levûre mise en expérience, et il s'ensuit naturellement que la plus grande partie de ce résidu extractif ne pouvait

provenir de la levûre, car dans ce cas il n'aurait pu rester de levûre et M. Pasteur en retrouvait plus qu'il n'en avait employé.

Les recherches de MM. Graham, Hofmann et Redwood devraient, je crois, être prises en considération pour appuyer l'observation de M. Pasteur et prouver encore une fois que la plus grande partie du résidu ne provient pas de la levûre. Ces auteurs indiquent, dans leur Mémoire, que, dans la fermentation du sucre, à quelque degré qu'on la pousse, il se produit, outre l'alcool et l'acide carbonique, une substance particulière et cela aussi bien avec le sucre ou la glucose qu'avec le moût de bière. Une solution de 1 partie de sucre dans 7 d'eau additionnée, dans trois expériences, respectivement de 1.5, 3 et 6 pour 100 de son volume de levûre liquide donna après la fermentation 4 4, 3.72 et 3.7 pour 100 de ce corps particulier rappelant par ses propriétés le caramel ou l'acide glucique et impropre à la fermentation ; c'était un extrait sirupeux brun foncé, d'une saveur amère et un peu acide ; il était formé d'un mélange de diverses substances, mais ne contenant ni dextrine ni sucre, quoiqu'il eût la propriété de réduire à l'ébullition une solution alcaline d'oxyde de cuivre.

Ces résidus n'avaient pas été lavés à l'alcool et l'éther avant la pesée, mais la comparaison de leur poids avec celui de la levûre montre, de la manière la plus claire, qu'il n'y a aucun rapport entre ces deux quantités ; ces résidus eussent dû augmenter dans un rapport quelconque, avec le poids de la levûre employée, mais l'emploi de deux et trois fois plus de levûre n'augmentait pas le poids du résidu ; d'un autre côté, ni l'acide succinique, ni la glycérine ne réduisent les solutions alcalines d'oxyde de cuivre.

On ne peut donc se permettre de compter comme éléments de la levûre les matières extractives contenues dans le liquide après la fermentation et les ajouter, comme l'a fait M. Pasteur, au résidu de levûre.

Dans un liquide sucré, contenant un corps azoté sulfuré propre à la nutrition du cryptogame de la levûre, le nombre des cellules dans certaines circonstances s'accroît jusqu'à mille fois et même plus et le liquide devient moins chargé de matière azotée. Dans une solution de sucre pur, additionnée de levûre, celle-ci cède au liquide pendant la fermentation une certaine quantité de matière azotée ; elle perd par là de son activité et, si on la met en contact avec une nouvelle solution de sucre, elle en décompose moins que la première fois. J'ai trouvé que si on lave chaque fois la levûre qui reste après la fermentation de l'eau sucrée, cette levûre a perdu, après avoir été employée trois fois, la propriété de faire fermenter le sucre. Une lévûre que l'on n'avait pas ainsi lavée agit à peine lorsqu'on l'employa pour la cinquième fois ; elle fut alors complétement épuisée.

Au point de vue de la fermentation et de l'accroissement des cellules de levûre, la marche de la fermentation n'est donc pas la même avec une eau sucrée additionnée de levûre, qu'avec une solution de sucre contenant les matériaux azotées nécessaires à la nutrition des globules, et lorsque le M. Pasteur affirme qu'il se forme autant de levûre dans les deux cas et qu'il s'en forme même plus dans le cas de l'eau sucrée pure que dans l'autre, son assertion ne repose sur aucun fait positif.

J'ai trouvé, comme M. Pasteur, que si à 1000 centimètres cubes d'une solution contenant 10 pour 100 de sucre on ajoute 15 à 20 centimètres cubes de levûre humide, correspondant à 3.5 à 5 grammes de matière sèche, après la fermentation le poids du résidu de levûre est inférieur au poids de la levûre fraîche employée. La fermentation est dans ce cas rapide et souvent tumultueuse ; la liqueur s'éclaircit au bout de trois à quatre jours. La turbidité du liquide peut être considérée comme un signe assez sûr que la fermentation n'est pas terminée. C'est du reste un signe indicateur bien connu des brasseurs.

Mes recherches confirment en outre ce fait établi par M. Pasteur, que si on ajoute à de l'eau sucrée une proportion de levûre moins forte que dans l'expérience précédente, après la fermentation le poids de la levûre, au lieu de diminuer, augmente de 5 à 12 pour 100. M. Pasteur a insisté sur la cause de cet accroissement et je crois pouvoir maintenant présenter des arguments concluants. L'augmentation de poids de la levûre repose sur la propriété merveilleuse de la matière azotée, que perd la levûre pendant la fermentation, de pouvoir servir au développement de nouveaux globules.

On comprend aisément que de cette façon la levûre puisse augmenter de poids.

Au commencement de la fermentation et pendant une certaine fraction de sa durée, une partie de l'élément azoté des cellules passe dans la solution riche encore en sucre, et la levûre active restante se comporte envers ce liquide comme de la levûre fraîche ajoutée à du moût de bière : elle pousse des bourgeons, et il se forme de nouvelles cellules qui absorbent, pour former leur contenu actif, la matière azotée dissoute; par l'action de ces nouvelles cellules sur le sucre, une nouvelle quantité de substance azotée se dissout, et cela peut durer ainsi des mois.

En même temps qu'il se forme de nouveaux globules, il se forme de nouvelles parois cellulaires, et, comme celles-ci se composent de cellulose, le poids de la levûre augmente du poids de la cellulose ainsi formée. Le poids de la levûre augmente, mais sa teneur relative en sucre va toujours en diminuant.

L'expérience suivante peut donner une idée de la marche du phénomène :

A 1 litre de solution de sucre au $^1/_{10}$ on ajoute 15 centimètres cubes de levûre humide, on laisse fermenter complétement, puis on filtre deux à trois fois sur un double filtre la liqueur claire qui surnage le résidu de levûre ; le liquide ainsi obtenu ne contiendra plus trace de substance organisée. Faisant bouillir ce liquide pour chasser l'alcool, et le maintenant une heure en ébullition, il restera 450 à 500 centimètres cubes contenant, comme je l'ai déjà indiqué, la matière azotée cédée par la levûre pendant la fermentation. Qu'on dissolve alors dans ce liquide 30 à 40 grammes de sucre, et, une fois la température descendue à 20 degrés, qu'on y ajoute une trace de levûre (1), puis qu'on abandonne le mélange à lui-même, dans un petit matras muni d'un bouchon de caoutchouc et d'un tube à dégagement plongeant sous l'eau, au bout de dix heures on observe nettement un dégagement de gaz, et au fond du vase un dépôt apparent de levûre. Le dégagement de gaz va toujours en augmentant, et, au bout de trois à quatre jours, il s'est produit de 350 à 600 milligrammes de levûre humide à l'état pâteux. Au bout de huit à dix jours, le sucre a complétement disparu. Si on opère avec ce liquide qui a servi deux fois, comme avec le premier, c'est-à-dire si on le filtre, l'évapore à moitié, y ajoute du sucre et une trace de levûre, le même phénomène se reproduit, la fermentation recommence et il se produit de nouvelle levûre.

De cette manière, j'ai pu, dans un seul et même liquide, produire quatre fois de suite de la levûre parfaitement active, se comportant envers le sucre comme de la levûre fraîche.

La seule précaution que l'on ait à prendre pour être sûr de réussir est de neutraliser exactement avec du carbonate de potasse le liquide qu'on aura filtré et évaporé après chaque fermentation ; les liqueurs fermentées sont toujours acides, et la quantité d'acide en présence s'accroît d'une manière absolue dans chacune des fermentations successives, et aussi d'une façon relative, par suite de la concentration que détermine l'évaporation du liquide.

La prolongation de la fermentation en présence de faibles quantités de levûre, ou fermentation secondaire, repose donc sur le mécanisme suivant :

Après avoir été, par suite de la modification des cellules, éliminé dans le liquide, l'élément azoté sulfuré, incapable par lui-même de dédoubler le sucre en alcool et acide carbonique, acquiert cette propriété, et cela parce qu'il sert à la nutrition de nouveaux globules et reprend dans la cellule elle-même la forme de combinaison sous laquelle il a la propriété de décomposer le sucre.

Pendant la fermentation il se fait dans le contenu des globules un partage de l'élément azoté : il en reste toujours une partie à l'état insoluble dans les cellules devenues inactives, et c'est pourquoi l'activité de la levûre a une limite. Si tous les éléments azotés des globules en étaient éliminés dans la fermentation et conservaient la propriété de pouvoir toujours servir à la formation de nouvelles cellules, on aurait dans l'acte de la fermentation l'image d'un véritable mouvement perpétuel, d'une machine produisant du travail et donnant naissance elle-même à la force nécessaire pour effectuer ce travail toujours répété.

Dans le cas, précédemment décrit, de la fermentation de l'eau sucrée avec de la levûre lavée, on a sensiblement la représentation de toutes les fermentations analogues; avec une

(1) Pour cela, je délaye dans 10 centimètres cubes d'eau, gros comme une tête d'épingle de levûre en pâte. et je prends 1 centimètre cube de ce liquide.

certaine proportion de levûre, la fermentation marche rapidement et la levûre diminue de poids. Avec très-peu de levûre, la fermentation peut, comme dans la fermentation secondaire des vins, durer des mois ou des années; dans ce cas, le poids de la levûre augmente.

On pourrait croire que le phénomène est le même dans les deux cas, et qu'il n'y a de différence que dans le poids de la levûre; mais si la formation continue des cellules était la condition de la rapidité de la fermentation, le nombre des globules et avec lui le poids de la cellulose devraient, dans les fermentations rapides, s'accroître comme dans les fermentations lentes; or, le poids de la levûre diminue dans les fermentations rapides.

Abstraction faite des opinions pures et simples, nos connaissances réelles sur la levûre de bière se bornent à ce qui suit :

La levûre se compose de cellules végétales; ces cellules peuvent se développer et se multiplier dans un liquide contenant du sucre et une matière albuminoïde ou une substance dérivée des albuminoïdes; le contenu des cellules est formé, pour la plus grande partie, d'un corps azoté sulfuré uni à un hydrate de carbone, le sucre.

Dès que l'on abandonne à elle-même dans de l'eau pure de la levûre complétement développée, il s'y produit un mouvement moléculaire qui se traduit par une modification du contenu des cellules. L'hydrate de carbone ou sucre qu'elles contiennent se dédouble en alcool et acide carbonique, et une partie de leur élément azoté sulfuré se dissout tout en conservant le mouvement moléculaire qui y avait pris naissance, c'est en vertu de ce mouvement moléculaire que ce corps peut convertir en sucre de raisin le sucre de canne.

Dans ce phénomène, excepté l'eau, aucun corps étranger à la levûre ne joue un rôle quel qu'il soit.

Lorsqu'à un mélange de levûre et d'eau on ajoute du sucre de canne, celui-ci se convertit tout d'abord en glucose, et les particules de ce dernier, pénétrant dans l'intérieur des cellules à travers leurs parois, s'y comportent comme le sucre ou l'hydrate de carbone qui fait partie du contenu de ces cellules : elles se décomposent en alcool et acide carbonique (ou en acide succinique, glycérine et acide carbonique); il se produit alors, comme on dit, la fermentation du sucre.

On ne connaît encore aucun cas bien observé dans lequel il se soit formé de la levûre sans sucre, ou dans lequel du sucre se soit dédoublé en alcool et acide carbonique en dehors de la présence et de l'action des globules de levûre (1).

M. Schlossberger a observé (*Ann. der Ch. und Pharm.*, LII, 118) qu'un grand nombre de champignons succulents, quand on les conserve dans un flacon muni d'une ouverture étroite, mais non fermée, entrent d'eux-mêmes en fermentation alcoolique, et qu'en les exprimant et distillant le suc ainsi obtenu on en peut retirer de l'alcool : *il se produit dans cette action* de véritables cellules de levûre.

L'importance de l'organisme végétal dans le phénomène de la fermentation paraît donc évidente. C'est par son entremise du moins que l'albuminoïde et le sucre contenus dans la liqueur où se développe la végétation cryptogamique, peuvent, en devenant parties constituantes de ce cryptogame, s'unir pour former une combinaison particulière et prendre cette

---

(1) Je n'entends pas dire par là qu'il ne puisse y avoir d'autre ferment que le ferment organisé de la levûre qui jouisse de la propriété de décomposer le sucre en alcool et acide carbonique. Je crois, à ce propos, devoir rappeler les très-remarquables propriétés du ferment de la garance découvert par M. Ed. Schunck (*Erdmann's und Werther's Journal für praktische Chemie*, Bd. LXIII, p. 222). M. Schunck a montré que, dans la garance et ses extraits aqueux, il se produit, à une température modérée, un phénomène de fermentation dans lequel le rubian se trouve décomposé; il se forme un certain nombre de corps nouveaux, et parmi eux l'alizarine. Ni la levûre de bière, ni la caséine n'ont la propriété de décomposer le rubian, et l'émulsine n'a sur lui qu'une action incomplète. M. Schunck donne le nom d'*erythrozyme* au ferment de la garance; il l'obtient en précipitant par l'acide chlorhydrique étendu une infusion de garance préparée avec de l'eau a 38° centigrades; le précipité ainsi obtenu est brun, floconneux; à la seconde période de la décomposition, il détermine dans les solutions sucrées une véritable fermentation alcoolique; c'est en étudiant ce phénomène que M. Schunck découvrit en 1854 l'acide succinique parmi les produits de la fermentation; la présence de ce corps, dans tout liquide fermenté, avait d'ailleurs été reconnue en 1848 par C. Schmidt de Dorpat. (Voir *Dictionnaire*, Bd. III, p. 224.)

forme instable sous laquelle seule ils exercent une action sur le sucre. Quand le cryptogame cesse de se développer, avec lui périt le lien qui unissait les éléments du contenu des globules, et c'est par le mouvement qui s'y produit que les cellules de levûre peuvent effectuer la décomposition du sucre et d'autres molécules organiques.

Nous connaissons, comme je l'ai dit, toute une série de corps organiques qui, en présence de l'eau, subissent un changement, une modification d'une certaine durée et se terminant par la putréfaction. Nous savons, d'autre part, que certaines substances organiques impropres à subir d'elles-mêmes une telle modification éprouvent, au contact des premières et en dehors de toute influence physiologique, une transposition moléculaire comme celle qu'on observe dans le sucre, sous l'influence de la levûre.

Si le travail moléculaire ou la modification du contenu des cellules vient à s'arrêter, celles-ci cessent immédiatement d'agir sur le sucre; c'est ainsi que de la levûre peut conserver pendant des mois toute son activité, quand on la conserve dans une solution faible de créosote (Béchamp), ou d'acide phénique (Pettenkofer), ou bien dans un liquide qui, comme le vin, contient une certaine quantité d'alcool et d'acide.

On conçoit que l'élément azoté sulfuré des globules ne se résolve pas en des produits identiques dans la fermentation de la levûre seule et dans sa fermentation en présence du sucre. Le sucre qui pénètre dans les cellules doit en effet exercer une action en sens contraire ayant pour effet de changer la direction du travail moléculaire qui s'accomplit dans leur contenu azoté. Le liquide filtré provenant de la fermentation de la levûre seule est d'ailleurs très-propre à la nutrition des globules.

J'ai indiqué qu'à une température de 60° centigrades la levûre perd la propriété d'entrer en fermentation. Une solution sucrée en pleine fermentation se comporte de même: vient-on à la chauffer à 60 degrés au bain-marie, la fermentation s'arrête et ne se rétablit pas par le refroidissement. Le merveilleux procédé de M. Pasteur, pour conserver les vins en les chauffant à 60 degrés, semble se rattacher à cette action de la chaleur sur la levûre.

J'ai remarqué que, pendant sa putréfaction, la levûre conserve longtemps la propriété de faire fermenter les solutions sucrées. On reconnaît facilement le moment où commence cette putréfaction, par l'addition d'un peu de solution de nitre. Tant que la levûre fermente seule ou en présence du sucre, le nitre n'est pas altéré. Dès que la putréfaction commence le nitrate se change en nitrite, le liquide mélangé avec un peu d'amidon ioduré donne alors, par addition d'acide sulfurique étendu, une coloration bleu foncé d'iodure d'amidon.

J'ai abandonné à elle-même, pendant cinq semaines, depuis le commencement de la putréfaction, une certaine quantité de levûre; tous les quatre jours j'en prélevais un peu pour essayer son action sur une solution de sucre; alors même que la putréfaction dégageait les gaz les plus fétides, ces mélanges ont toujours fermenté et dans cette fermentation la mauvaise odeur disparaissait peu à peu. La quantité d'alcool produit va d'ailleurs en diminuant, et il se forme, outre l'acide carbonique, d'autres produits que je n'ai pas étudiés.

M. Pasteur a fait, au sujet de la formation et du développement du cryptogame de la levûre, une observation qui a donné une nouvelle direction aux vues émises jusqu'à présent.

On croyait que le champignon de la levûre, vivant en parasite comme les autres champignons, tirait sa substance de détritus végétaux ou animaux, et qu'outre les phosphates il avait besoin, pour se développer et s'accroître, d'un albuminoïde ou d'un dérivé des albuminoïdes. Les recherches de M. Pasteur semblent mettre hors de doute que la levûre peut se développer dans des liquides ne contenant autre chose que du tartrate d'ammoniaque, du sucre et des cendres de levûre.

Il est étonnant que cette découverte n'ait pas davantage attiré l'attention, à un certain point de vue; car elle renferme un fait d'une haute importance pour la physiologie végétale: je veux parler de la formation dans les plantes des matières albuminoïdes; sur ce sujet nous avons à peine quelques hypothèses et il a été jusqu'à présent regardé comme un des plus grands mystères de la nature organique.

Nous envisageons les acides végétaux, l'acide oxalique, malique, citrique, etc., comme des intermédiaires entre l'acide carbonique et le sucre, l'amidon, la cellulose, etc., comme les divers états par lesquels passe successivement l'acide carbonique pour devenir un élément

des plantes, mais pour ce qui est de la production dans les végétaux des matières albuminoïdes, nous ne trouvons pas, même dans les plantes alimentaires, qui sont les plus riches en albuminoïdes, d'autre substance azotée que l'ammoniaque, à laquelle nous puissions rapporter la formation de ces matières protéiques.

Ce problème semblait résolu par les recherches de M. Pasteur; si en effet des globules de levûre introduits dans un mélange d'ammoniaque, d'acide tartrique, de sucre et de phosphates, peuvent s'y développer et s'y multiplier, il faut bien qu'il se soit formé aux dépens des éléments du mélange une matière albuminoïde puisque celle-ci est l'élément principal des grains de levûre; chaque nouvelle *cellule* doit contenir une certaine quantité de cet albuminoïde nouvellement produit, sans la présence duquel il n'aurait pu se former de véritables globules de levûre.

Il y a vingt-cinq ans, dans une note sur la formation de l'albumine dans les plantes (*Ann. der Ch. und Ph.*, LI, 287), j'ai fait remarquer que l'albumine pourrait se former dans les végétaux par l'union de l'ammoniaque et du sucre avec élimination d'eau et d'oxygène:

Sucre...........	$C^{48}H^{48}O^{48}$	=	Protéine.........	$C^{48}Az^{6}H^{36}O^{14}$
			Oxygène..........	O^{4}
Ammoniaque.....	$H^{18}Az^{6}$		Eau.............	$H^{30}O^{30}$
	$C^{48}Az^{6}H^{66}O^{48}$			$C^{48}Az^{6}H^{66}O^{48}$

La substance appelée ici *protéine* contient les mêmes éléments et dans la même proportion que la caséine, abstraction faite du soufre de cette dernire dont l'état dans la combinaison m'est inconnu.

La production d'un albuminoïde par l'ammoniaque et le sucre n'avait donc pour moi rien de surprenant; elle m'était pour ainsi dire familière; mais je ne pouvais penser à cette formation dans un cryptogame, car elle n'est possible qu'à condition que le sucre abandonne de l'oxygène, et le champignon de la levûre peut se développer à l'abri de toute lumière et on n'a encore jamais observé de cryptogames qui dégagent de l'oxygène. En examinant de plus près les recherches qui ont précédé l'expérience principale de M. Pasteur et qui l'y ont conduit, on a peine à réprimer quelques doutes.

M. Pasteur avait ajouté à une solution de sucre du tartrate d'ammoniaque et retrouvé, après la fermentation du liquide, moins d'ammoniaque qu'il n'en avait mis; il en conclut que l'ammoniaque devait être entrée en combinaison et avoir servi à la formation de la levûre. Les trois expériences principales qu'il institua alors pour étudier cette disparition de l'ammoniaque sont les suivantes:

I. A 100 grammes de sucre dissous dans un litre d'eau de levûre, il ajouta une trace de levûre et laissa fermenter.

L'eau de levûre contenait..............	0gr.038 ammoniaque.
Le liquide fomenté.....................	0gr.020 —
Avaient disparu.	0gr.018 ammoniaque.

II. A 100 grammes de sucre, il ajouta 10 de levûre fraîche et 0.200 de tartrate d'ammoniaque.

Avant la fermentation, le liquide contenait.	0gr.0185 ammoniaque.
Après fermentation, il contenait..........	0gr.0015 —
Avaient disparu.	0gr.0170 ammoniaque.

III. 19gr.575 de sucre, 0.525 de levûre et 0.475 de tartrate d'ammoniaque.

Le liquide contenait avant fermentation...	0gr.088 ammoniaque.
— — après fermentation...	0gr.071 —
Avaient disparu.	0gr.017 ammoniaque.

Dans ces trois essais, les quantités d'ammoniaque contenues dans les liquides fermentescibles étaient proportionnelles aux nombres 1, 2 et 5 et il doit sembler surprenant que, dans les trois cas, la quantité d'ammoniaque disparue pendant la fermentation soit sensiblement la même, 18 milligrammes dans la première expérience et 17 dans les deux autres; on ne s'explique d'ailleurs pas bien que dans ces trois liquides une partie de l'ammoniaque ajoutée ait dû servir à la production d'un corps azoté, alors que le liquide fermenté contenait encore des matières azotées, bien mieux appropriées que l'ammoniaque à la nutrition des globules. Sans addition d'ammoniaque la fermentation aurait marché de même dans les trois liqueurs.

L'égalité de perte d'ammoniaque dans des liquides fermentescibles contenant des quantités fort différentes de cette base semble plutôt indiquer une erreur commune dans les procédés de dosage de l'ammoniaque ; mais je ne veux pas insister sur cette supposition. M. Pasteur a complétement négligé d'établir le fait le plus important, celui de l'accroissement de la levûre au moyen de l'ammoniaque contenue dans le mélange.

Si, ayant préparé deux liqueurs contenant chacune une même quantité de sucre, un égal volume d'eau de levûre, M. Pasteur avait à l'une d'elles ajouté un sel ammoniacal, il eût dû observer une différence dans la quantité de levûre produite. Si l'ammoniaque pouvait servir à la formation de la levûre, le liquide contenant le sel ammoniacal eût dû donner plus de levûre que l'autre.

La prétendue propriété de l'ammoniaque de pouvoir servir à la nutrition de la levûre n'a donc pas été prouvée par une augmentation du poids de la levûre, mais par le dosage par voie humide de l'ammoniaque du liquide fermenté, dosage qui a indiqué une perte d'ammoniaque dans ce liquide. M. Pasteur nous doit encore, je le répète, la seule preuve qui puisse confirmer son assertion de la production de la levûre par l'ammoniaque.

Les recherches de M. Duclaux (*Comptes-rendus*, LIX, 450) mènent à cette conclusion, que l'ammoniaque n'exerce aucune influence sur la levûre. Il mit à fermenter 40 grammes de sucre avec 15 grammes de levûre et 1 gramme de tartrate d'ammoniaque droit et trouva que le poids de la levûre descendit de 2.5011 à 2.326 grammes, c'est-à-dire diminua de 8 pour 100, comme dans les expériences de M. Pasteur, sans ammoniaque. Mais dans toutes les solutions où il se trouve des corps propres à la nutrition des globules le poids de la levûre augmente.

Sans insister sur ces considérations, je passe aux expériences principales de M. Pasteur dans lesquelles il croit avoir réalisé la production de la levûre, à l'aide de l'ammoniaque et de substances non azotées.

Lorsqu'à

10 grammes de sucre,
100 centimètres cubes d'eau,
$0^{gr}.100$ de tartrate d'ammoniaque,
$0^{gr}.075$ à $0^{gr}.080$ de cendre de levûre,

on ajoute une trace de levûre, au bout de quelques heures il se dégage de l'acide carbonique ; le sucre se décompose en partie et la levûre s'accroît ; 6.2 milligrammes d'ammoniaque (soit 5.2 milligrammes d'azote) ont disparu et il s'est produit 0.043 grammes de levûre, devant contenir l'azote perdu par l'ammoniaque, soit plus de 11 pour 100.

M. Pasteur a décrit cette expérience avec une grande exactitude et l'on peut, je crois, conclure sûrement de sa description que le phénomène esssentiel n'a pas été une fermentation alcoolique, mais bien une fermentation lactique ; il s'était bien formé de l'alcool, mais M. Pasteur ne l'a pas dosé, sans doute parce qu'il y en avait trop peu ; 4, 5 grammes de sucre avaient été décomposés, le sucre était en grande partie converti en un acide organique dont la quantité était équivalente à 0.597 grammes d'acide sulfurique ; c'était presque tout acide lactique.

J'ai répété maintes fois cette expérience avec le plus grand soin et j'ai obtenu, sauf la formation et l'accroissement de la levûre, les mêmes résultats que M. Pasteur. Le seul changement que j'apportais dans l'expérience consistait à faire bouillir les liqueurs et à les laisser refroidir dans le vase, avant d'y ajouter la levûre. Dans un autre essai, j'ai pris du sucre préalablement chauffé à 160 degrés, température à laquelle, comme on sait, il ne perd pas son pouvoir fermentant (1); j'ai trouvé aussi qu'au bout de douze heures il se dégage un peu d'acide carbonique et que le sucre se convertit en grande partie en un acide organique dont je n'ai pas déterminé la nature.

Ayant soumis à la distillation un de ces mélanges j'ai recueilli 25 centimètres cubes de ce liquide, dont j'ai pris la densité, elle était de 0.99968, c'est-à-dire à peine différente de celle de l'eau; j'ai pu cependant, au moyen du réactif très-sensible de Lieben, y déceler l'alcool. Il

---

(1) D'après des analyses faites par M. le professeur Volhard, à l'instigation de M. le professeur Nœgeli, le sucre candi le plus blanc et le plus limpide renferme toujours environ 1/2 pour 100 d'azote.

y a évidemment dans ces circonstances une décomposition et une formation d'alcool correspondant à la quantité de levûre ajoutée, quelque petite qu'elle soit; mais dans son ensemble le phénomène ne présente aucune analogie avec celui qui se produit dans une solution sucrée, à laquelle on ajoute une quantité de matière azotée correspondant aux 15.2 milligrammes d'azote contenus dans 0.100 grammes de tartrate neutre d'ammoniaque; un mélange par exemple de 100 centimètres cubes d'eau sucrée contenant 5 grammes de sucre et de 16 centimètres cubes de décoction de levùre fraîche auquel on a ajouté une trace de levûre, entre nettement en fermentation au bout de huit heures; les bulles d'acide carbonique se dégagent lentement et d'une manière continue et le fond du vase se couvre d'une couche blanche et très-apparente de levûre, qui va toujours en augmentant jusqu'à complète décomposition du sucre.

Je sais bien que, dans des recherches comme celles qui nous occupent, un argument tiré d'une expérience négative n'éveille guère la confiance. Il ne faut pas une habileté particulière pour ne pas obtenir ce qu'un autre prétend avoir obtenu, et il suffit du manque d'habitude et de soin dans l'exécution d'expériences difficiles pour arriver à des résultats contradictoires. Mais je crois n'avoir négligé aucune précaution et M. le professeur Nœgeli, à qui j'avais confié un mélange préparé d'après les indications de M. Pasteur, n'a pas été plus heureux que moi.

D'autres considérations m'engagèrent à abandonner ces expériences et à n'y pas perdre un plus long temps (1).

On remarquera tout d'abord que si M. Pasteur a pesé le résidu obtenu dans son expérience, il n'a donné aucune preuve que les 43 milligrammes obtenus fussent de véritable levûre. Il eût dû mettre ce dépôt en contact avec une solution de sucre pour prouver par la fermentation de cette solution qu'il était réellement formé de *torula cerevisiæ.* On ne peut guère se fier au microscope pour déterminer la véritable nature d'objets de cette espèce. En raison de la forte proportion d'acide lactique qui, dans l'expérience de M. Pasteur, se forma aux dépens du sucre les germes de torula cerevisiæ devaient avoir produit de la levûre lactique, c'est-à-dire du *penicilium glaucum,* et c'est de quoi devait être composé le résidu.

On remarquera, en outre, que M. Pasteur prétend avoir produit de la levûre dans des liquides qui ne contenaient pas de soufre, or, il n'y a pas de levûre sans soufre, son principal élément est une matière azotée renfermant autant et même plus de soufre que n'en contient la caséine.

Ni le sucre ni le tartrate d'ammoniaque ne contiennent de soufre et la cendre de levûre n est en général complétement exempte. La cendre de levûre que j'ai employée contenait une trace d'acide sulfurique, mais en eût-elle même contenu une quantité appréciable, l'hypothèse que la levûre ait la propriété de décomposer l'acide sulfurique ne serait admissible que si M. Pasteur avait donné une preuve certaine que, dans son expérience, il se produit de véritable levûre. J'attends cette preuve avec le plus grand intérêt, et si M. Pasteur réussissait à nous la fournir, le domaine de la physiologie végétale se trouverait enrichi d'un fait des plus importants : ou bien il y aurait de la levûre de bière exempte de soufre, ou bien les cryptogames posséderaient la propriété de décomposer l'acide sulfurique et de former avec le soufre de cet acide, l'ammoniaque et les éléments du sucre ou de l'acide tartrique une substance albuminoïde, propriété que nous avons jusqu'alors uniquement attribuée aux parties vertes des plantes sous l'influence de la lumière.

Le fait que M. Pasteur, en dosant l'ammoniaque dans ses liquides fermentés, en a retrouvé moins qu'il n'en avait mis, ne peut être une preuve que l'ammoniaque ait servi à la nutrition des globules ; car, je le répète, *dans aucun cas* il n'a constaté la formation ou l'acroissement de la véritable levûre de bière, par suite d'une addition d'ammoniaque à un liquide fermentescible (2).

(1) On sait que les sels ammoniacaux à acide organique entrent souvent d'eux-mêmes en fermentation, sans addition d'aucun ferment, par suite de la formation de moisissures.

(2) Feu mon ami M. Pelouze m'avait, il y a neuf ans, communiqué les résultats des expériences de M. Pasteur, et je lui répondis que je n'y voyais aucun motif de changer mes opinions sur la cause de la fermenta-

Il m'est souvent arrivé en chassant l'ammoniaque d'un liquide fermenté, au moyen de la magnésie calcinée, comme le fait M. Pasteur, d'obtenir moins d'ammoniaque que le liquide n'en contenait, mais dans ce cas on pouvait retrouver cette ammoniaque dans le résidu de magnésie : il s'était formé du phosphate ammoniaco-magnésien par suite de la présence de phosphates alcalins solubles qui existent toujours dans un liquide fermenté.

M. Pasteur s'est occupé de savoir ce que devient, dans la fermentation, l'azote de la levûre; il dit : « Il ne se forme pas la moindre quantité d'ammoniaque dans la fermentation alcoolique aux dépens de la levûre (p. 380). » Ces mots sont d'ailleurs en contradiction avec ce qu'il dit à la page précédente, à savoir : qu'un litre d'eau, contenant les parties solubles de la levûre, lui a donné 0.038 grammes d'ammoniaque. J'ai constaté moi-même que tout liquide fermenté contient de l'ammoniaque, mais en très-petite quantité ; une partie de l'azote semble être éliminée parfois sous une autre forme, celle de bases organiques ; je n'ai cependant pu déceler la *leucine* dans les résidus de fermentation, sans doute parce qu'elle s'y trouvait en trop faible quantité. M. Ludwig a retrouvé la triméthylamine dans tous les vins qu'il a essayés. M. Oser a décrit comme produit constant de la fermentation du sucre une remarquable base azotée exempte d'oxygène ; d'après ses recherches, cette base semble se produire constamment dans la fermentation du sucre de canne.

Dans les pays vignobles de la France où on distille, pour faire de l'eau-de-vie, des milliers d'hectolitres de vin, les résidus de cette distillation pourraient fournir une matière première des mieux appropriées pour l'étude des produits non volatils de la fermentation et si, comme le dit M. Pasteur, il se forme dans la fermentation 30 grammes de glycérine par litre d'alcool, ces résidus seraient peut-être une source avantageuse de glycérine.

Les recherches récentes sur la cause de la fermentation et de la putréfaction rentrent toutes à peu près dans le cercle des idées de Turpin, Cagniard-Latour, Mitscherlich et autres, idées qui dominaient il y a trente ans l'esprit de beaucoup de physiologistes et que M. Pasteur a remises en lumière il y a dix ans.

En exposant les résultats de ses recherches microscopiques sur la fermentation de la bière et la fermentation acétique, Turpin dit : « Par fermentation on doit entendre une action simultanée de l'eau et de corps vivants qui se nourrissent et se développent par l'absorption d'un des éléments du sucre en même temps qu'ils en éliminent de l'alcool ou de l'acide acétique ; c'est une action purement physiologique ; elle commence et finit avec l'existence d'infusoires ou d'animalcules dont la vie cesse aussitôt que la matière sucrée qui les nourrit se trouve totalement épuisée. » (*Ann. der Chem. und Pharm.*, XXIX, S. 100, 1830.) Personne ne trouvera de différence entre les vues de Turpin et celles de M. Pasteur.

M. Pasteur a ramené les recherches des micrographes dans le domaine de la fermentation et de la putréfaction, au sentier sans but suivi autrefois et on en est arrivé à ne plus voir et à négliger complétement l'ensemble, c'est-à-dire les faits communs à tous les phénomènes ; les travaux se sont égarés dans la recherche de simples détails ; on a cherché une cause à chacun de ces phénomènes secondaires sans nombre, et, pour chacun, on a trouvé un champignon ou un animalcule spécial, de même que pour certaines maladies, le choléra par exemple ; nous nous sommes heureusement arrêtés et nous ne comprenons plus comment le monde organique peut encore exister en face de tels ennemis. Quand nous demandons aux micrographes ce qu'est le ferment lactique ou butyrique, il nous répondent : « C'est un champignon. »

Personne ne contestera l'utilité des observations microscopiques, mais on devrait bien reconnaître que le microscope ne peut pas nous faire voir des « *causes* ; » ces observations sont très-propres à définir certaines choses qui participent d'un phénomène et à diriger les recherches sur le rôle qu'elles y jouent ; mais si l'on croit avoir tout fait en signalant un nouvel objet, sans l'étudier davantage, on prouve qu'on méconnaît la valeur des faits physiologiques.

---

tion. « S'il était possible, disais-je, à l'aide de l'ammoniaque d'obtenir, dans des liquides fermentescibles, une production ou un accroissement de levûre, l'industrie ne tarderait pas à s'emparer de ce fait, » et je voulais l'attendre ; jusqu'à présent, pourtant, il n'y a rien de changé dans la fabrication de la levûre de bière.

Tous les ferments putrides, abandonnés à eux-mêmes, produisent de l'acide butyrique et déterminent dans les milieux appropriés la fermentation butyrique, de même que la levûre de bière abandonnée à elle-même produit de l'alcool et détermine dans un liquide sucré la fermentation alcoolique, et si la levûre, dans certaines circonstances, produit la fermentation lactique au lieu de la fermentation alcoolique, on peut en conclure avec une grande vraissemblance que, dans sa matière même, il s'est formé de l'acide lactique au lieu d'alcool. La salicine, un glucoside, se dédouble sous l'influence de l'émulsine en sucre et en saligenine, au contact de la levûre; en présence du carbonate de chaux, elle se décompose en saligénine et acide lactique. Ce sont là, je crois, des indices qui nous font espérer de pouvoir, par des recherches bien dirigées, arriver à une connaissance plus exacte de la cause de ces décompositions.

La production d'acide succinique et de glycérine semble indiquer l'existence d'une fermentation parallèle à la fermentation alcoolique ; elle est évidemment analogue à l'acte de la fermentation dans laquelle le sucre produit de l'acide lactique et celui-ci de la mannite et, dans certaines circonstances, de l'acide butyrique. La présence d'une petite quantité d'hydrogène dans l'acide carbonique dégagé pourrait conduire à une explication plus exacte. La mannite et la glycérine ne se distinguent que par leur teneur en hydrogène.

J'ai envisagé les phénomènes de fermentation et de putréfaction à un tout autre point de vue, et j'ai considéré leur explication comme le trait d'union qui promet de nous conduire à une connaissance plus exacte des procédés de l'organisme animal et végétal. Je disais: (*Ann. der Chem. und Pharm.*, LXII, 263) « Qui pourrait méconnaître aujourd'hui l'importance de ces faits pour l'intelligence et l'explication de beaucoup de phénomènes vitaux? Si, par suite d'un déplacement, d'une transposition moléculaire, les corps d'origine animale peuvent exercer, en dehors de l'organisme, une influence si bien déterminée sur une foule de substances organiques, si, par leur seul contact, ces dernières sont décomposées en de nouveaux produits et si l'on considère qu'au nombre de ces substances capables de fermenter ainsi se trouvent tous les corps dont les hommes et les animaux font leur nourriture, qui pourrait douter que ce phénomène ne joue un rôle des plus importants dans les actes vitaux et qu'il ne prenne une grande part aux transformations éprouvées par les aliments quand ils se changent en graisse, en sang, en parties constituantes des organes? Nous savons déjà que, dans toutes les parties de l'organisme animal vivant, il se produit à chaque moment un échange continuel; des molécules vivantes se trouvent éliminées; leurs éléments, la fibrine, l'abumine, la gélatine ou tout autre composé s'unissent pour former de nouveaux produits, et notre expérience nous conduit à supposer que, lorsque le sang ou les aliments viennent en contact avec les organes où se manifeste cette activité, celle-ci y détermine, suivant sa direction et sa force, un changement moléculaire parallèle et la formation de nouveaux composés. Cet échange de matière est la cause principale des changements subis par les aliments et une des conditions de la nutrition. Toute modification apportée par la maladie dans le travail régulier qui s'opère dans un organe, une glande ou une de leurs parties constitutives, amène un changement dans l'action de cet organe sur le sang ou une modification de la matière qu'il sécrète : l'effet d'un grand nombre de médicaments repose sur la part qu'ils prennent à cet échange de matière, et ils agissent surtout en changeant la direction et l'intensité du travail qui règne dans les organes, en l'accélérant, le ralentissant ou l'arrêtant, en exerçant une influence sur la qualité du sang ou sur celle des aliments! »

Deuxième Partie. — Fermentation acétique.

On a prétendu que dans l'étude des phénomènes physiologiques ou des phénomènes tels que la fermentation, dans lesquels s'accomplissent simultanément un acte chimique et un acte physiologique, la vraie méthode à suivre est de chercher les lois physiques et chimiques de ces deux sortes de phénomènes et on a même ajouté que tout ce que nous pouvions espérer était d'arriver à la connaissance de ces lois. Pour expliquer un phénomène physiologique il s'agirait donc de déterminer tout d'abord les lois physiques et chimiques qui y jouent un rôle et de définir par des recherches ultérieures l'étendue de ce rôle.

Partant de ce point de vue, j'ai cherché à ramener à une cause physico-chimique les phé-

nomènes de fermentation ; j'ai fait remarquer l'action qu'un corps en état de mouvement moléculaire doit exercer sur un autre corps de composition complexe, dont les parties constitutives, unies par de faibles affinités, se trouvent dans un certain état de tension. Si le mouvement moléculaire qui s'accomplit dans le premier de ces corps résulte de la mise en liberté de certaines forces de tension, on doit lui attribuer une certaine production de travail qui se traduit par le déplacement ou la scission des éléments de l'autre.

Cette manière de voir n'a pas trouvé de partisans et, dans ces derniers temps, on en a généralement adopté une autre : on attribue à la nutrition et au développement d'êtres d'organisation inférieure ce grand procédé de la nature, le retour au règne inorganique des êtres d'organisation supérieure ou de leurs parties constituantes. La vieille force vitale du siècle dernier a ainsi, sous une forme moderne, repris bien du terrain pour l'explication même d'actions chimiques des plus simples.

« La fermentation, dit Mitscherlich (*Ann. Chem. Pharm.*, XLVIII, 126), est due à un organisme végétal, la putréfaction à un organisme animal. » Et, vingt-six ans après Mitscherlic, M. Pasteur décrit des espèces particulières de cryptogames capables de provoquer, l'une la fermentation acétique, l'autre la fermentation lactique, la troisième et la quatrième la fermentation visqueuse ; les fermentations butyrique et tartrique, qui se rapprochent de la putréfaction sont pour lui dues à des vibrions.

Ces ferments organisés ont des propriétés des plus remarquables.

Le champignon de la fermentation acétique est, d'après M. Pasteur, si analogue au champignon de la fermentation lactique, que souvent le microscope est impuissant à les distinguer ; à l'état pur, le ferment lactique a du reste l'aspect de la levûre de bière (*Comptes-rendus,* XLV, 903. 1857). L'action de ces ferments est très-variée.

D'après M. Pasteur, l'acide acétique est produit par la mère de vinaigre, *mycodorma aceti* : ce cryptogame donne aussi naissance à de l'acide succinique (*Bull. de la Soc. chim.*, p. 52. 1862) et détermine dans l'eau sucrée la fermentation alcoolique (Thomson, *Ann. Chem. Pharm.*, LXXXIII, 90). M. Pasteur considère les phosphates et les alcalis comme élements indispensables de la mère de vinaigre. M. Mulder, au contraire (*Ann. Chem. Pharm.*, XLVI, 24), prétend qu'elle ne laisse à la calcination aucune trace de cendres.

Le champignon de la fermentation lactique se comporte d'une manière encore plus remarquable : son action ne se borne pas à la production de l'acide lactique, elle va beaucoup plus loin et peut encore donner naissance à de l'acide butyrique, de la mannite, du mucilage et même de l'alcool (*Comptes-rendus*, XLV., 913. 1857).

Si, après avoir fait fermenter du sucre avec de la levûre, on expose à l'air, sans le séparer de la levûre, le liquide fermenté, on voit se former à la surface une couche de moisissures qui transforment peu à peu l'alcool en acide acétique. Ces mêmes moisissures, au contact de la craie et du sucre, convertissent ce dernier en acide lactique.

Comme je l'ai fait remarquer, le ferment lactique peut, dans certaines circontances, produire de l'acide butyrique, mais le véritable ferment butyrique est, d'après M. Pasteur, un infusoire : il convertit en acide butyrique le sucre, la gomme et l'acide lactique ; le contact de l'air lui est contraire et le tue. MM. Maddrek et Engelhard ont trouvé, au contraire, que du lactate de chaux recristallisé deux fois et ne contenant donc que *des traces de ferment lactique* se prête parfaitement à la fermentation butyrique et, dans une expérience instituée à cet effet, ils ont observé, contrairement à l'assertion de M. Pasteur, *que le contact de l'air accélère la fermentation butyrique.* (*Ann. Chem. Pharm.*, LXIII, 86.)

D'après M. Pasteur, on peut semer le ferment butyrique comme la levûre ; il affirme que, dans des milieux convenables, comme une solution de sucre, d'ammoniaque et de phosphates ce ferment s'accroît en donnant naissance à de l'acide butyrique. Mais s'il en est de l'ensemencement et de l'accroissement du ferment lactique comme de ceux de la levûre de bière, je ne vois pas grand espoir de tirer de là aucune conclusion importante. Les observations sur ces ferments vivants sont des plus superficielles et contradictoires, et l'on ne peut pas dire que l'on ait, dans ces douzes dernières années, précisé en aucune façon leur nature et leur mode d'action.

Van den Brœk s'exprime très-nettement sur la part que prennent, dans les phénomènes

de la putréfaction, les êtres organisés : « L'examen microscopique des cinq substances animales que j'ai citées (albumine, vitelline, sang artériel, bile et urine du chien et des bœufs), m'a montré *qu'il n'y a aucune relation entre leur putréfaction* et le développement et la croissance des vibrions. » (*Ann. Chem. Pharm.*, CXV, 79.)

Au moment où un muscle est séparé du corps vivant, il se produit en lui une altération ; il prend au bout de quelques heures une réaction acide, les substances coagulables se coagulent, le contenu des fibres musculaires devient solide et prend un espect opaque en s'épaississant, le muscle se raccourcit et grossit, il prend, comme on dit, la raideur cadavérique ; au bout de quelque temps cette « raideur » cesse, les liquides deviennent plus acides, puis ensuite alcalins ; et on observe la production de substances fétides.

Si les ferments organisés ne jouent aucun rôle dans la production dans la substance du muscle, des corps qui se forment avant l'apparition de la raideur cadavérique (et je ne crois pas qu'aucun physiologiste leur attribue un role dans ce phénomène), il est difficile de comprendre qu'ils soient la cause des altérations subséquentes du muscle.

Les cryptogames et les vibrions sont destinés à se développer et se nourrir aux dépens des matières organiques et il est assez rare de ne pas les rencontrer, dans les circonstances ordinaires, dans les corps en état de décomposition; aussi, selon qu'un observateur en trouve ou n'en trouve pas, les opinions oscillent de côté et d'autre et c'est en vain que l'on attendra des observations microscopiques l'explication du rôle de ces êtres organisés.

La fermentation acétique, si on entend par là la transformation de l'alcool en acide acétique, est bien connue et étudiée au point de vue chimique.

M. Pasteur nous a appris « que la formation du vinaigre est un phénomène de fermentation produit par le *mycoderma aceti.* »

« Dans la culture du *mycoderma aceti* sur des liquides alcooliques, l'alcool se change en acide acétique, en passant par l'état d'aldéhyde. La mère de vinaigre ne fonctionne que quand elle est en rapport direct avec l'air et point quand elle est submergée; elle a d'ailleurs besoin, pour se nourrir, de phosphates et d'albumine. » (*Compt.-rend.*, LVIII, 142. 1864.)

Nous avons cru jusqu'à présent que le phénomène de l'acétification était parfaitement clair ; qu'il ne s'agissait que d'une simple oxydation de l'alcool.

Du platine très-divisé, en vertu de l'oxygène condensé à sa surface, convertit l'alcool en aldéhyde et acide acétique.

Les belles recherches de Schœnbein nous ont fait connaître une foule de matières organiques capables de condenser l'oxygène de l'air et d'acquérir ainsi et conserver pendant longtemps, vis-à-vis d'autres substances, les propriétés oxydantes de l'éponge de platine : on sait quelles propriétés acquièrent l'essence de térébenthine, l'éther, l'aldéhyde, l'essence d'amandes amères, lorsqu'on les agite avec de l'air ; ces substances peuvent alors transformer l'acide sulfureux en acide sulfurique et décolorer l'indigo comme le fait le chlore ; l'acide sulfureux lui-même, ainsi que certains corps solides, lorsqu'ils sont ainsi chargés d'oxygène, possèdent, à la température ordinaire, la propriété d'agir comme oxydants sur d'autres substances tant organiques que minérales.

Il y a déjà trente ans que De Saussure (*Bibl. universelle de Genève*, févr. 1834) a constaté cette remarquable propriété des corps organiques solides en état d'altération ou de putréfaction et ses belles recherches méritent, je crois, d'être rappelées au souvenir des chimistes :

« Si on met sous une cloche de l'oxygène, du terreau ou de l'humus contenu dans diverses espèces de sol, ou bien des graines humides commençant à fermenter, l'oxygène se change peu à peu en acide carbonique. » Cela n'a rien de bien surprenant, mais ce qui suit l'est davantage : « Si on mélange de l'hydrogène avec cet oxygène, il s'oxyde et donne de l'eau. Pour deux volumes d'hydrogène, il disparaît un volume d'oxygène.

« L'hydrogène carboné, l'oxyde de carbone et l'hydrogène obtenu en décomposant l'eau par le fer au rouge, ne disparaissent pas quand on les substitue à l'hydrogène ordinaire obtenu par le zinc et un acide. Ces matières en décomposition agissent sur le mélange d'hydrogène et d'oxygène comme des lames de platine propres, et les gaz qui empêchent l'action du platine, comme l'oxyde de carbone et le gaz olefiant, empêchent aussi ici la combinaison. »

Rien n'est plus clair, à mon avis, que ce phénomène ; l'oxydation de l'hydrogène au contact de l'oxygène et des matières en putréfaction est un acte purement chimique, comme l'ont fait voir les recherches de Schœnbein, et s'explique par la formation d'ozone ou d'eau oxygénée.

L'oxydation de l'ammoniaque en acide nitrique en présence des bases alcalines, dans le sol humifère, repose sur le même principe.

Il est évident que les corps en putréfaction absorbent l'oxygène de l'air en lui faisant prendre un état moléculaire dans lequel il a la propriété d'entrer en combinaison avec d'autres corps avec lesquels, sans l'intervention de ces substances condensantes, il ne pourrait se combiner à une basse température.

Supposons dans l'expérience de De Saussure, au lieu d'hydrogène, de la vapeur d'alcool en contact avec du bois pourri ou toute autre matière organique agissant de même, nous aurons l'explication de la conversion de l'alcool en acide acétique. Par suite de l'oxydation de son hydrogène, l'alcool se transforme d'abord en aldéhyde, puis ce corps en absorbant lui-même de l'oxygène se change en acide acétique. On sait que c'est Dœbereiner qui, le premier, a posé la base de la théorie de l'acétification par son travail *Sur l'action de la mousse de platine sur l'air et la vapeur d'alcool*, et que c'est sur cette théorie que repose le procédé proposé en 1823, par Schutzenbach, pour la rapide fabrication du vinaigre au moyen de l'alcool étendu, procédé actuellement en usage en Allemagne et dans d'autres pays.

Dans ces fabriques, que je n'ai pas à décrire en détail, on se sert, pour opérer l'oxydation de copeaux de bois ou de fragments grossiers de charbon de bois.

Dans la fabrique de vinaigre de M. Riemerschmied, à Munich, une des plus grandes et des mieux organisées de l'Allemagne, on n'ajoute, pendant toute la durée de l'opération, aucune substance étrangère à l'alcool étendu et on ne le soumet à d'autre action qu'à celle de l'air et des copeaux de bois ou fragments de charbon. Avant l'introduction d'une nouvelle quantité d'alcool étendu, on le mélange à une petite quantité de liquide provenant de l'opération précédente, c'est-à-dire à de l'alcool incomplétement acétifié.

Au sujet d'une question que j'avais adressée à M. Riemerschmied sur le role du *mycoderma aceti,* dans l'acétification, je reçus de lui la communication suivante :

« Ci-joint un échantillon de copeaux de bois de hêtre provenant de la couche inférieure d'un acétificateur qui depuis 25 ans n'a pas cessé de fonctionner de la même manière. »

« D'autres copeaux en usage depuis 30 ans ne sont pas en ce moment à ma disposition ; mais ils ne laissent rien à désirer pour la production du vinaigre. Autant qu'il est possible de les observer, ils paraissent exempts de *mycoderma aceti* et les impuretés qui les recouvrent, surtout dans les couches supérieures, ne sont autres que celles qu'y a deposées le vinaigre en tombant d'en haut. Les tonneaux ont 1 mètre de diamètre et 2^{m}.50 de haut, abstraction faite des espaces occupés par les liquides ; ils transforment en vinaigre en vingt-quatre heures 2.75 à 3.2 litres d'alcool absolu. »

D'après ces chiffres, un de ces tonneaux, travaillant d'une manière continue, transformerait en vinaigre en trois jours 1 hectolitre de vin à 9 pour 100 d'alcool, en 1 an il acétifierait 120 hectolitres du même vin.

Si le développement et la croissance de la mère de vinaigre était la condition de la formation d'acide acétique, il faudrait admettre que ce champignon doit s'accroître dans un rapport quelconque avec la quantité d'acide produit et cela aussi bien lorsqu'on opère sur de l'alcool que lorsqu'on se sert de liquides fermentés.

Cet accroissement a lieu en effet lorsque l'on emploie du vin et surtout de la bière qui renferme en grande quantité les matières azotées et les phosphates nécessaires à la nutrition du *mycoderma aceti* ; la production de ce champignon est toujours, dans les fabriques qui emploient le mout de bière fermenté, une source de perturbations continuelles ; les intervalles des copeaux ou des charbons, dans lesquels l'air doit pouvoir circuler, se remplissent peu à peu de mère de vinaigre et l'acétification se trouve arrêtée.

Avec l'alcool étendu employé dans la fabrication rapide du vinaigre, les liquides ne contiennent pas de substances propres à la nutrition du champignon acétique et l'acide acétique

se produit sans son concours. Lorsque la liqueur contient de l'alcool amylique, il se forme em même temps de l'acide valérianique dont on aime la présence dans le vinaigre.

Le copeau de hêtre ayant servi vingt-cinq ans dans la fabrique de M. Riemerschmied ne présentait, même au microscope, aucune trace de *mycoderma aceti*; il avait pris la couleur brune du bois pourri, mais sa structure était inaltérée.

Il est indubitable que la mère de vinaigre peut opérer l'acétification de l'alcool, mais cette action ne repose pas sur un acte physiologique. Pour se convertir en acide acétique, l'alcool n'a besoin que d'oxygène et la substance même du *mycoderma aceti* ne peut le lui fournir et ne le lui fournit pas. L'analyse de l'air qui a traversé les tonneaux montre que c'est cet air qui a fourni l'oxygène nécessaire à l'oxydation de l'alcool et le seul rôle que la mère de vinaigre peut avoir joué dans le phénomène est d'avoir servi d'intermédiaire à l'absorption de de ce gaz; c'est à cette propriété chimique qu'elle doit toute son activité et, quoique organisme vivant, elle peut être remplacée par une foule de substances mortes animales et végétales (1).

Ces faits bien connus et bien établis mènent à cette conclusion que *l'acétification de l'alcool n'est pas causée par un phénomène physiologique; l'acide acétique n'est pas un produit du* mycoderma aceti*; il résulte, au contraire, d'un procédé d'oxydation.*

Tous les phénomènes de décomposition des matières organiques peuvent, je crois, se classer en trois groupes.

Le premier groupe comprend les fermentations alcoolique, lactique, butyrique et la putréfaction des matières animales; une fois commencés, ces phénomènes se continuent sans que l'air y prenne part. Le deuxième et le troisième groupe embrassent la formation de l'acide acétique, de l'acide nitrique, etc., puis la fermentation de l'urine; dans les deux cas l'oxygène de l'air joue un role dans le phénomène.

Gay-Lussac a, le premier, observé les particularités de la fermentation de l'urine ou d'une espèce de fermentation de l'urine; il a trouvé que de l'urine fraîche se conserve des mois sans se décomposer, quand on la place dans un vase de verre bien propre et complétement rempli. Si le flacon n'est rempli qu'à moitié et contient de l'air dans sa partie supérieure, l'oxygène de cet air est absorbé et une quantité correspondante d'urée se convertit en ammoniaque et en acide carbonique; la décomposition s'arrête alors pour ne recommencer que lorsque l'air est renouvelé et ainsi de suite jusqu'à ce que toute l'urée soit détruite.

Ce qu'il y a de plus remarquable dans la fermentation de l'urine est l'existence de deux phénomènes simultanés, un phénomène d'oxydation et un phénomène de dédoublement; un ou plusieurs des éléments de l'urine s'oxydent, et pendant cet acte d'oxydation et aussi apparemment en vertu de leur oxydation même, ils agissent sur l'urine comme un ferment (la levûre par exemple) agit sur le sucre de canne. L'urée fixe les éléments de l'eau et se dédouble ensuite comme le sucre, sans prendre aucune autre part au phénomène d'oxydation; ces sortes de fermentations se produisent également avec les substances animales, quand elles pourrissent au contact de l'air.

La fermentation de la dextrine dans le moût de bière présente un phénomène analogue.

Dans une longue série de recherches, exécutées dans mon laboratoire par le docteur

(1) Après la fermentation de la bière et des jus peu sucrés, il reste une quantité relativement forte d'une substance azotée, douée d'un grand pouvoir absorbant par l'oxygène, et qui est la cause principale de l'altération et de l'acétification du vin.

Dans la fabrication de la bière, on ajoute du gypse au moût bouillant pour diminuer la proportion de matière azotée, et on cherche à prévenir l'acétification en opérant la fermentation à une très-basse température; mais ce procédé ne réussit qu'incomplétement.

Dans la fabrication de l'eau-de-vie de pommes de terre et surtout de maïs, on a trouvé depuis quelques années dans l'acide sulfureux un excellent moyen d'augmenter le rendement en alcool en empêchant la production du vinaigre. En Autriche et en Hongrie, quelques fabricants ont payé très-cher et comme secret ce procédé. On se sert d'appareils de fonte particuliers, dans lesquels on chauffe du charbon de bois avec de l'acide sulfurique; l'acide sulfureux produit est reçu dans de l'eau et c'est avec cette « eau de gaz » que l'on met le maïs à fermenter; l'acide sulfureux en proportion moyenne n'a, comme je m'en suis assuré par des expériences spéciales, aucune influence sur la fermentation du moût de bière et du sucre par la levûre.

Lermer, j'ai eu l'occasion de voir se confirmer cette observation de Musculus que, dans l'action de la diastase sur l'amidon, une partie seulement de ce dernier se convertit en sucre.

Dans la fermentation de l'orge malté, la diastase agit en excès sur l'amidon que contiennent les grains ; mais, dans les circonstances les plus favorables, la quantité de sucre produite ne correspond qu'à la moitié de l'amidon en présence. Du malt qui, bouilli douze heures avec de l'acide chlorhydrique étendu, donnait 74 pour 100 de sucre, n'a donné à la fermentation, poussée jusqu'à cessation de la réaction avec l'iode, que 34 pour 100 de sucre ; une solution de dextrine additionnée de levûre ne fermente pas ; mais, si on ajoute du sucre au mélange, une grande partie de la dextrine se décompose comme le sucre, en alcool et en acide carbonique (1).

Il semble évident que le mouvement imprimé aux atomes du sucre par l'action de la levûre se communique à la dextrine, sur laquelle la levûre seule n'agit pas ; avant de se dédoubler en alcool et en acide carbonique, la dextrine doit se transformer en sucre (2).

A part la levûre et la mère de vinaigre dont on peut se procurer une certaine quantité et que l'on peut préparer facilement à l'état pur, les propriétés chimiques des autres ferments sont à peine connues. Il est à espérer qu'une étude plus approfondie de ces propriétés permettra de donner de leur influence sur la fermentation des acides lactique, butyrique, etc., une explication analogue à celle de la décomposition du sucre dans la fermentation alcoolique, ou de la production du vinaigre par le *mycoderma aceti.*

Si l'action des cellules de levûre dans la fermentation alcoolique est due à une cause ou un acte chimique, on doit s'attendre à ce que des actions chimiques étrangères exercent une influence sur la marche de la fermentation.

On a recueilli beaucoup d'observations sur cette influence des agents chimiques sur la fermentation du sucre, et quoique beaucoup de mes résultats soient déjà connus, la confirmation de ces faits présentera toujours quelque intérêt.

Une trace d'oxyde de mercure suspend complétement l'action de la levûre sur le sucre (Colin); ce corps se comporte de même avec l'eau de levûre. Si on ajoute à cette eau de levûre un peu d'oxyde rouge fraîchement précipité, qu'on filtre et ajoute au liquide clair une solution de sucre de canne, ce dernier ne se convertit pas en sucre de raisin.

Les sels d'oxyde de cuivre agissent de même sur les mélanges fermentescibles. La levûre absorbe le sel de cuivre et le colore en vert, dans cet état elle n'agit plus sur le sucre.

Ajoutés à un mélange fermentescible, les sels d'oxyde de fer colorent la levûre en jaune sale; au bout de deux à trois jours, elle se décolore de nouveau et il se produit alors une fermentation lente et régulière.

Pour éviter des redites, je remarquerai que, dans les expériences suivantes, j'ai toujours employé des mélanges fermentescibles contenant 5 grammes de sucre et une égale quantité de levûre de bière lavée et purifiée par lévigation ; le volume total du liquide a toujours été de 100 centimètres cubes; à un ou à plusieurs de ces mélanges, on ajoutait les substances étrangères dont on voulait étudier l'action sur la marche de la fermentation; l'un d'eux, résté sans addition, servait de terme de comparaison.

Par le dosage du sucre à la fin de l'opération, il était facile de s'assurer si, dans le même temps et dans les mêmes circonstances, les fermentations auraient marché avec la même régularité; si dans le mélange témoin, celui auquel on n'avait rien ajouté, on trouvait moins

---

(1) 300 centimètres cubes de moût, contenant 8gr.449 de sucre, furent mis à fermenter à 18° centigrades, avec 10 centimètres cubes de levûre. Au bout de six jours, tout le sucre avait disparu; on distilla la liqueur fermentée et on recueillit 17gr.65 de liquide alcoolique, d'une densité de 0.94 = 6gr.942 d'alcool. D'après sa teneur en sucre, le liquide n'eût dû fournir que 4gr.317 d'alcool.

(2) 385 centimètres cubes de moût provenant de la brasserie de Sedlmayer, à Munich, et contenant 22gr.86 de sucre, donnèrent, après fermentation et distillation, 25gr.72 d'un liquide d'une densité de 0.869 = 18gr.0 d'alcool. D'après la proportion de sucre, on eût dû avoir 11gr.683 d'alcool; la dextrine seule pouvait dans ces deux expériences avoir produit cet excès.

La quantité de dextrine décomposée dans la fermentation paraît d'ailleurs dépendre de la nature du liquide. 500 centimètres cubes du même moût fermenté à + 8 degrés, dans les caves de M. Sedlmayer, donnèrent 13gr.897 d'alcool. Le liquide contenait 28gr.125 de sucre, qui auraient pu produire 14gr.37 d'alcool.

de sucre que dans tel ou tel autre, c'est que, dans ce dernier, la fermentation avait été ralentie.

Le dosage du sucre s'effectuait en général au moyen de la liqueur de Fehling et par une nouvelle méthode avec le cyanure de mercure, qui donne de très-bons résultats et que je décrirai plus tard.

Le sel marin et le chlorure de potassium semblent tous deux accélérer un peu la fermentation.

Avec ces deux chlorures il se décompose en seize heures 5 1/2 pour 100 de sucre de plus que sans leur addition.

La potasse, la soude, l'ammoniaque caustique, ajoutées au liquide fermentescible en quantité suffisante pour le rendre fortement alcalin, n'ont pas empêché la fermentation ; mais le dégagement de gaz fut beaucoup plus long à se manifester, parce que l'acide carbonique produit fut absorbé par ces alcalis jusqu'à ce qu'il les eût convertis en bicarbonate.

Chloroforme. — Le chloroforme ralentit sensiblement la fermentation.

30 centimètres cubes d'une solution filtrée de chloroforme dans l'eau chaude, exempte de gouttelettes en suspension, furent ajoutés aux mélanges fermentescibles, et ceux-ci mis à fermenter de quinze à dix-huit heures. l y eut de décomposé :

	I.	II.	III.	
Mélange avec chloroforme........	$0^{gr}.240$	$1^{gr}.240$	$4^{gr}.000$	sucre.
Mélange témoin..................	$1^{gr}.670$	$2^{gr}.230$	$4^{gr}.340$	—

Le mélange I fut analysé au bout de dix-huit heures, II au bout de vingt-cinq heures, III au bout de quarante heures.

Pour 100 de sucre décomposé dans l'expérience comparative, il y eut dans le même temps en présence du chloroforme 14 pour 100 de sucre de décomposés dans l'expérience I et 55 pour 100 dans l'expérience II.

Le chloroforme ne se dissout dans l'eau qu'en quantité fort minime, et, en admettant que l'eau de chloroforme saturée contienne son volume de vapeur de chloroforme, le volume de vapeur employé ne fait que le tiers du volume du mélange fermentescible, et on est bien autorisé à considérer comme une action puissante celle du chloroforme sur la levûre.

Quelques gouttes de chloroforme, ajoutées avec 100 centimètres cubes de liqueur fermentescible, arrêtent complétement la fermentation.

Quinine. — Mes recherches sur l'action de cette substance sur la fermentation confirment les résultats de M. le docteur Kerner et de quelques autres : de petites quantités de quinine ralentissent la fermentation, une plus forte proportion l'arrête complétement. Après addition de $0^{gr}.2$ de sulfate de quinine, le mélange fermentescible contenait encore au bout de quarante-huit heures $4^{gr}.75$ de sucre; dans le mélange témoin, au contraire, les 5 grammes de sucre avaient été complétement décomposés.

Nicotine. — En solution neutre, la nicotine semble accélérer un peu la fermentation ; après une addition de $0^{gr}.5$ de chlorure de nicotine, au bout de quatorze heures, les quantités de sucre décomposées dans le mélange additionné de nicotine et dans le mélange témoin étaient dans le rapport de 11 à 10 ; dans la solution de sucre pur, un dixième du sucre avait donc échappé à la décomposition ; au bout de trente-six heures, le rapport des quantités de sucre décomposées était de 29 1/2 — 26 1/2, c'est-à-dire le même que précédemment; l'accélération semble donc avoir été la même dans les deux essais.

Strychnine. — La strychnine agit d'une façon toute particulière : l'addition d'une petite quantité de cette substance accélère d'abord la fermentation, puis la ralentit ; un mélange additionné de strychnine dégage dans les 6 premières heures beaucoup plus de gaz que le mélange témoin : la mousse est plus abondante, remplit souvent le vase en entier et déborde facilement.

Dans deux liqueurs fermentescibles additionnées, l'une de $0^{gr}.010$, l'autre de $0^{gr}.10$ de chlorure de strychnine, les quantités de sucre décomposé au bout de quatre heures, comparées à la quantité décomposée dans l'expérience témoin étaient proportionnelles aux nombres 15 : 14 : 13 ; au bout de dix-huit heures, elles étaient dans le rapport de 24 : 24 : 25,7.

La fermentation paraît donc avoir été accélérée dans les quatre premières heures, mais ralentie dans les heures qui ont suivi.

Quand on augmente la dose du sel de strychnine, le ralentissement devient plus prononcé. Pour une addition de 0gr.2 de chlorure de strychnine, il y eut de décomposé :

Dans le mélange strychniné......... 3gr.090 de sucre.
Dans le mélange témoin............ 3gr.680 —

Créatine et créatinine. — De ces deux substances la première semble ralentir, la seconde accélérer la fermentation; la créatine se convertit partiellement en créatinine.

Acide cyanhydrique. — Une quantité infiniment petite de cet acide suffit pour ralentir et suspendre complétement la fermentation.

Dans un mélange fermentescible, additionné de 0.3 centimètres cubes d'acide prussique étendu, correspondant à 0gr.018 d'acide anhydre, au bout de seize heures. la quantité de sucre décomposée était de 0gr.60; dans le mélange témoin, au contraire, elle était de 3gr.40, c'est-à-dire six fois plus forte; une plus forte addition d'acide cyanhydrique empêche complétement la fermentation de se produire.

L'action exercée sur le sucre de canne par la matière organique de l'eau de levûre n'est pas suspendue par l'acide prussique. Si on ajoute quelques gouttes de cet acide à un mélange d'eau de levûre et d'eau sucrée et qu'on abandonne pendant quelques heures le liquide à lui-même, il renferme au bout de ce temps une certaine quantité de sucre de raisin; si maintenant on sature le liquide d'oxyde de mercure, qu'on filtre et qu'on chauffe après addition de soude caustique, il se produit un précipité gris de mercure métallique. Le sucre de canne n'a pas, comme le sucre de raisin, la propriété de réduire le cyanure de mercure en solution alcaline.

L'acide cyanhydrique exerce cependant sur l'eau de levûre une action remarquable; nous avons indiqué que l'eau de levûre, exposée à l'air, absorbe de l'oxygène et se trouble, puis dépose un précipité blanc floconneux; souvent il se produit à sa surface une pellicule de moisissures. L'acide prussique semble empêcher complétement cette altération, une trace de ce corps suffit pour conserver pendant des semaines l'eau de levûre et empêcher toute formation de précipité ou de moisissures.

Le ralentissement de la fermentation par l'acide prussique à déjà été observé par Schœnbein; au point de vue de cette action, il est remarquable que cet acide cyanhydrique ne détruise pas les propriétés de la levûre. De la levûre, restée longtemps en contact avec de l'acide prussique assez concentré, put, après avoir été débarrassée de l'acide, déterminer dans une solution de sucre une fermentation alcoolique normale.

Il semble, d'après cela, que l'acide cyanhydrique ne décompose pas le contenu des cellules et ne forme de combinaison stable avec aucun de leurs éléments; il paraît au contraire, de même que l'eau de créosote ou l'acide phénique, arrêter le mouvement qui se fait à l'intérieur des globules.

Au contact de la levûre de bière, une solution d'eau oxygénée se décompose rapidement avec un abondant dégagement d'oxygène, ainsi que l'a reconnu M. Schlossberger. Une addition d'acide cyanhydrique à la levûre suspend l'action de cette dernière sur l'eau oxygénée; on n'observe plus alors de dégagement de gaz.

Ce phénomène rappelle les remarquables observations de Schœnbein sur l'action de l'acide cyanhydrique, sur la matière colorante du sang et les substances putrescibles. On connaît le résultat de ses recherches : du sang frais pur ou étendu d'eau, ajouté à une solution d'eau oxygénée, détruit l'équilibre des éléments de cette combinaison si instable, elle se dédouble rapidement et avec effervescence en oxygène et en eau; mais une addition très-faible d'acide cyanhydrique paralyse complétement cette action de la matière rouge du sang; le mélange devient alors brun comme sous l'action de l'hydrogène sulfuré.

On sait que du sérum pur, incolore, à l'état de concentration qu'il possède dans le sang, peut rester pendant des semaines exposé à l'air sans entrer en putréfaction, tandis que du sang défibriné, c'est-à-dire un mélange de sérum et de globules du sang entre très-rapidement en fermentation putride.

La matière colorante du sang semble agir dans ce cas sur l'albumine, comme la levûre sur le sucre.

Une addition de un millième d'acide cyanhydrique suspend pendant longtemps la fermentation du sang, tout comme elle s'oppose à celle du sucre.

La strychnine, la quinine, l'acide pyrogallique, l'oxyde de mercure lavé ne paralysent pas l'action qu'exerce sur l'eau oxygénée la matière colorante du sang, il en est de même du chloroforme et de l'hydrate de chloral; le chloroforme communique au sang étendu une teinte plus claire; l'hydrate de chloral, au contraire, même en solution faiblement acide, lui fait prendre une teinte plus foncée.

Thénard a observé que de la fibrine du sang fraîche, bien lavée et blanche, exerce sur l'eau oxygénée la même action que Schœnbein avait observée avec la matière rouge du sang; dans une solution aqueuse d'eau oxygénée, les filaments de fibrine se recouvrent de bulles de gaz qui les font monter à la surface du liquide.

Si on abandonne à elle-même de la fibrine imbibée de quelques gouttes d'acide cyanhydrique étendu, son action sur l'eau oxygénée se trouve encore paralysée.

La façon dont les globules de levûre se comportent avec les agents chimiques, la strychnine, le chloroforme, la quinine et l'acide cyanhydrique, présente quelque analogie avec l'action que beaucoup de médicaments exercent sur certaines parties de l'organisme vivant; à ce point de vue cette action pourrait présenter quelque intérêt.

Il est assez surprenant que, quoique cellule végétale, la levûre ait une composition chimique très-voisine de celle des matières animales; la principale différence consiste en ce que la paroi cellulaire de la levûre est formée d'un corps non azoté; les éléments minéraux sont les mêmes et la forte proportion de potasse et d'acide phosphorique resserre encore l'analogie. Les produits de putréfaction de la levûre sont à peine différents de ceux qui proviennent d'une substance animale.

Nous admettons que dans les cellules vivantes du corps des animaux, il se fait continuellement un mouvement moléculaire, un échange de substance comme cela a lieu dans la cellule de levûre et que l'action exercée sur les organes par beaucoup de médicaments, la quinine, le chloroforme, l'acide prussique, etc., repose principalement sur l'influence qu'ils exercent sur ce travail normal; c'est en modifiant le mouvement qui s'accomplit dans les nerfs qu'ils modifient leur état et leurs fonctions normales. L'action de certains agents chimiques, celle par exemple de l'hydrogène sulfuré ou de l'acide pyrogallique sur le sang est purement chimique, mais celle de la quinine, de la strychnine ou de l'acide prussique n'est pas si simple, et on ne peut l'expliquer par une simple combinaison ou décomposition chimique.

On peut comparer le foie et certaines glandes à un système de cellules de levûre; pendant sa formation il s'y produit, aux dépens des éléments du sang, des combinaisons particulières et peu stables qui constituent le contenu des cellules; lorsque les éléments de ces composés se séparent ou prennent un nouveau groupement, ils exercent sur le sang et ses parties constituantes une action analogue à celle de la levûre sur le moût de bière, où elle se régénère à mesure qu'elle décompose le sucre.

Je signalerai, comme fort importantes à ce point de vue, les observations faites par M. Schmulewitsch sous la direction de M. Ludwig, à savoir que le foie d'un lapin qu'on venait de tuer, traversé par du sang de chien défibriné, sécrète de la bile pendant des heures; et cette autre observation de M. Bernard qu'il se forme du sucre dans le foie, alors même que la viande est complétement exclue du régime alimentaire.

Un foie de veau frais, coupé en morceaux et placé dans de l'eau à 37—40 degrés centigrades, dégage, au bout de quatre à six heures, et sans répandre la moindre odeur, de grosses bulles de gaz hydrogène pur. Ce fait indique, je crois, qu'il s'effectue dans cet organe un puissant travail de décomposition, et si on considère le rôle que joue dans la digestion la matière organique contenue dans la sécrétion acide des glandes de l'estomac, si l'on se souvient de plus des propriétés de la salive et du suc pancréatique, on ne peut guère échapper à cette conclusion, que beaucoup des procédés de l'organisme animal se rattachent à la cause même d'où la levûre tire ses remarquables propriétés.

DISCUSSION AU SUJET DES PRÉCÉDENTS MÉMOIRES.

Note sur un mémoire de M. Liebig, relatif aux fermentations.

Par M. Pasteur. — Réponse de M. Fremy (1).

M. Liebig a publié, en 1870, un grand mémoire sur les fermentations qui vient d'être traduit dans les *Annales de chimie et de physique* (2). C'est une critique très-approfondie, en apparence, de quelques-unes de mes études sur le même sujet.

Le travail du savant chimiste de Munich est très-soigné, rempli des discussions les plus habiles, et l'auteur nous apprend qu'avant de le produire, il y a songé pendant près de dix années. Si je voulais en faire, à mon tour, une critique détaillée, il me faudrait suivre M. Liebig pas à pas, et écrire un mémoire presque aussi long que le sien. Je n'en ai pas le loisir; mais si j'entends aujourd'hui laisser de côté tout le menu de la question, je m'empresse d'ajouter que c'est pour aller droit aux deux négations dans lesquelles se concentrent toutes les objections du chimiste allemand, et qui d'ailleurs résument le fond du débat.

Dans la première de ces deux négations, M. Liebig conteste formellement que j'aie pu produire de la levûre de bière et la fermentation alcoolique dans un milieu minéral sucré où j'avais semé une quantité extrêmement petite de levûre. Là, en effet, est la pierre de touche de la vérité ou de l'erreur. Pour M. Liebig, on le sait, la fermentation est un phénomène corrélatif de la mort, si je puis ainsi parler. Toute substance, quelle qu'elle soit, et notamment celles que l'on désigne sous le nom de *matières albuminoïdes,* l'albumine, la fibrine, la caséine, etc., ou des liquides organiques qui les renferment, le lait, le sang, l'urine, etc., ont la propriété de communiquer le mouvement que l'exposition à l'air y détermine aux molécules d'une matière fermentescible. Celle-ci se résout alors en des produits nouveaux, sans rien prendre à ces substances et sans leur rien fournir de ses propres matériaux. Selon moi, au contraire, les fermentations proprement dites sont toutes corrélatives de la vie et je crois avoir démontré par des preuves péremptoires qu'une matière fermentescible n'éprouve jamais la fermentation, sans qu'il y ait un échange incessant entre des cellules vivantes qui grandissent ou se multiplient, en s'assimilant une partie de la matière fermentescible elle-même.

La doctrine de M. Liebig était en pleine faveur lorsque j'ai démontré en premier lieu que, dans toute fermentation proprement dite, on trouve, d'une manière nécessaire, des organismes spéciaux et que, là où l'on croyait n'avoir affaire qu'à des matières albuminoïdes mortes, la vie apparaît corrélative de la fermentation, les deux phénomènes commençant et finissant en même temps. J'ai démontré. d'autre part, que toutes ces fermentations deviennent impossibles au libre contact de l'air, à la seule condition que l'air ne puisse apporter, dans les matières en présence, les germes organisés que cet air charrie sans cesse au voisinage de la surface de la terre (3). Néanmoins, et c'est encore un des faits que j'ai établis avec rigueur, ces mélanges fermentescibles dont la fermentation est rendue impossible par

(1) Séance de l'Académie des sciences du 18 décembre 1871.

(2) Voir notre traduction dans ce numéro.

(3) L'Académie ne reverra peut être pas sans intérêt un vase ouvert dans lequel se trouve de l'eau de foin vert depuis le 24 juin 1864, paraphé sur son étiquette par un membre de cette Académie (M. Balard), et qui est resté limpide sans donner trace de fermentation ni de putréfaction, uniquement parce que le col du vase a été recourbé et que l'ouverture est placée de telle sorte que les poussières en suspension dans l'air ne peuvent tomber dans le liquide. La poussière s'est amassée sur les parois extérieures, mais elle n'a pu arriver jusqu'au liquide. Que l'on remplace l'eau de foin par tous les mélanges fermentescibles, et le résultat est le même; mais vient-on à déposer dans ces liquides une parcelle des poussières qui recouvrent les parois extérienres, dans l'intervalle de quelques jours altérations ou fermentations diverses apparaissent toujours à la suile de cellules vivantes provenant de germes que la poussière a apportés avec elle.

l'absence des germes en suspension dans l'air, éprouvent une oxydation et une altération chimique sensibles au contact de cet air pur. Ces faits si probants parurent encore laisser des doutes dans quelques esprits prévenus; car rien n'est plus subtil que l'argumentation d'une théorie qui succombe.

» Je constituai alors des milieux fermentescibles, dans lesquels il n'existait que trois sortes de substances : la matière pouvant fermenter, des sels minéraux convenablement choisis, en troisième lieu des germes du ferment. Par exemple, j'ai reconnu que le ferment du lactate de chaux était un vibrion. Eh bien! dans une solution de lactate de chaux cristallisé et très-pur, j'ajoute des phosphates d'ammoniaque, de magnésie et de potasse, de petites quantités de sulfate d'ammoniaque, et enfin le germe de ce vibrion ou ce vibrion tout formé. Dans l'intervalle de quelques jours, le lactate a intégralement disparu, et une multitude infinie de vibrions nouveaux ont pris naissance. Tant qu'il existe du lactate de chaux, les vibrions se multiplient et s'agitent dans la liqueur. Une fois que tout le lactate est décomposé, les vibrions tombent comme des cadavres au fond du vase. Les autres fermentations et toutes les levûres qui leur sont propres donnent lieu au même résultat, notamment la levûre de bière, par laquelle j'avais débuté dans cet ordre d'études. Toutefois, avec celle-ci, comme je l'ai expliqué longuement dans le mémoire original, l'expérience est beaucoup plus délicate. Il faut multiplier les essais, parce que d'autres organismes peuvent intervenir et gêner le développement de la levûre que l'on a semée. Certains infusoires, la levûre lactique, des mucédinées diverses, trouvent aussi des aliments appropriés à leur vie dans le milieu minéral, et peuvent empêcher plus ou moins la multiplication du ferment alcoolique. Ce sont ces difficultés qui auront arrêté M. Liebig et qu'il n'aura pas su lever. Mais comment M. Liebig n'a-t-il pas remarqué que ces obstacles mêmes sont une preuve nouvelle de la vérité qu'il conteste? Est-ce que la naissance de la levûre lactique dans le milieu minéral sucré n'a pas, au point de vue général, la même signification que celle de la levûre de bière? Sans doute, le milieu minéral que j'emploie dans cette expérience ne donne pas un développement de levûre de bière comparable, à beaucoup près, avec ce que l'on obtient en semant de la levûre dans du moût de bière, ou dans l'eau sucrée à laquelle on a ajouté des matières albuminoïdes, mais je n'ai pas eu la prétention, comme le voudrait M. Liebig, de donner à l'industrie un moyen pratique de fabriquer en grand la levûre de bière, quoique je sois loin de penser que j'échouerais dans cette entreprise d'une manière nécessaire si je la tentais, surtout depuis la publication du beau mémoire de M. Raulin sur la nutrition des Mucédinées. Je maintiens, en un mot, la rigoureuse exactitude de mon expérience.

J'arrive maintenant à la seconde négation de M. Liebig. Elle est relative à la fermentation acétique.

L'Académie se rappelle, sans doute, que j'ai établi le premier la théorie complète de l'acétification, et qu'il est résulté de mon travail un procédé industriel nouveau de fabrication du vinaigre, appliqué aujourd'hui sur la plus grande échelle. Ses avantages sont considérables, sous le rapport de la rapidité et de l'économie, et la Société d'encouragement pour l'Industrie nationale a décerné récemment un de ses prix à l'industriel qui a monté la première fabrique de vinaigre par ce procédé.

Le principe en est très-simple : toutes les fois que du vin se transforme en vinaigre, c'est par l'action d'un voile de *mycoderma aceti* développé à sa surface. Il n'existe pas, selon moi, dans un pays quelconque, une goutte de vin, aigri spontanément, au contact de l'air, sans que le *mycoderma aceti* ait été présent au préalable. Ce petit végétal microscopique a la faculté de condenser l'oxygène de l'air à la manière du noir de platine ou des globules du sang, et de porter cet oxygène sur les matières sous-jacentes. Je crois avoir établi, d'autre part, que dans le procédé de fabrication désigné sous le nom de *procédé allemand*, les copeaux de bois ou les morceaux de charbon placés dans les tonneaux d'acétification ne sont que des supports pour le *mycoderma aceti*, et qu'ils n'interviennent pas dans le phénomène chimique par leur porosité, comme on le croyait avant la publication de mon mémoire.

M. Liebig nie formellement l'exactitude de ces assertions : « Avec l'alcool dilué, qui sert à « la fabrication rapide du vinaigre, dit M. Liebig, les éléments de nutrition du *mycoderma* « sont exclus et le vinaigre se fait sans leur intervention. » M. Liebig nous apprend, en

outre, qu'il a consulté le chef d'une des plus grandes fabriques d'acide acétique et des mieux conduites qui soient en Allemagne, M. Riemershmied; que, dans sa fabrique, l'alcool dilué ne reçoit, pendant tout le cours de sa transformation, aucune addition étrangère, et qu'en dehors de l'air et des surfaces de bois et de charbon, rien ne peut agir sur cet alcool; que M. Riemershmied ne croit pas à la présence du *mycoderma aceti;* enfin, M. Liebig n'a vu aucune trace de mycoderme sur des copeaux de bois qui servent depuis vingt-cinq ans dans la fabrique dont il s'agit. Certes, voilà une argumentation qui parait bien décisive; on ne comprend pas, en effet, la naissance d'une plante renfermant nécessairement, selon moi, des éléments minéraux, et qui serait produite, comme l'affirme M. Liebig, avec des substances qui n'en contiennent pas. Déjà, dans la discussion relative à la levûre de bière, dans la première partie de son mémoire, M. Liebig prétend que je crois faire de la levûre de bière, qui renferme du soufre, en dehors de la présence d'une combinaison où ce corps simple se trouve engagé. Dans l'un et l'autre cas, M. Liebig se trompe; les cendres de levûre qui me servent comme milieu minéral, contiennent des sulfates, et quant à l'alcool dilué dont parle M. Liebig, comment n'a-t-il pas remarqué que cet alcool est dilué avec de l'eau ordinaire, qui renferme tous les éléments minéraux nécessaires à la vie du *mycoderma aceti?* Je maintiens donc encore l'exactitude rigoureuse de mes expériences sur la fermentation acétique. Mais comment éclairer le public? Comment sortir de l'embarras que soulèvent ces affirmations contradictoires également honorables? Voici le moyen que j'offre à M. Liebig. Il choisira officieusement, dans le sein de l'Académie, un ou plusieurs de ses membres, en leur demandant de se prononcer entre lui et moi. En leur présence, et avec des substances que M. Liebig pourra fournir lui-même, je reproduirai les deux expériences capitales dont M. Liebig conteste la vérité. Je préparerai, dans un milieu minéral, autant de levûre de bière que M. Liebig pourra raisonnablement en demander, à la condition toutefois qu'il veuille bien faire la dépense des expériences. S'il le désire même, et toujours à cette condition, je pourrai préparer quelques kilogrammes de chair de vibrions, dont tout le carbone, tout l'azote, tout le soufre, tout le phosphore, toutes les matières grasses, cellulosiques et autres, sortiront exclusivement d'un milieu à principes minéraux cristallisables et de la matière organique fermentescible. Quant à la présence du *mycoderma aceti* sur les copeaux de hêtre, je propose à M. Liebig de prélever, dans la fabrique de Munich précitée, quelques copeaux de bois, de les faire sécher rapidement dans une étuve et de les envoyer tels quels à Paris, à la Commission dont il s'agit. Je me charge de montrer à ses membres, à la surface de ces copeaux, la présence du mycoderme.

Il y aurait encore un moyen plus simple peut-être de convaincre M. Liebig de la vérité sur ce dernier point. Pour ma part je n'ai jamais fait l'expérience, mais c'est le propre des théories vraies de donner lieu à des déductions logiques dont la vérité peut être affirmée *à priori*. Que M. Liebig prie M. Remershmied de vouloir bien remplir un de ses tonneaux en activité depuis longtemps, et qui donnent lieu chaque jour, comme il nous l'apprend, à l'équivalent en acide acétique de 3 litres d'alcool absolu, de vouloir bien, dis-je, remplir ce tonneau d'eau bouillante pendant une demi-heure au plus; puis, après avoir fait écouler cette eau au dehors, de remettre en marche le tonneau.

D'après la théorie de M. Liebig, le tonneau devra fonctionner tout comme auparavant, et moi j'affirme qu'il ne fera plus du tout de vinaigre, au moins pendant très-longtemps, et jusqu'à ce que de nouveaux mycodermes aient pris naissance à la surface des copeaux. L'eau bouillante aura tué l'ancien champignon.

M. le Président propose à l'Académie de s'engager à supporter la dépense des expériences que pourra nécessiter la solution des questions soulevées par cette discussion. L'Académie adopte la proposition de M. le Président.

M. Fremy, après avoir entendu la lecture faite par M. Pasteur, demande la parole et s'exprime comme il suit :

Pour faire comprendre à l'Académie mon intervention dans le grand débat relatif à la formation des ferments, qui s'agite depuis si longtemps, je crois devoir rappeler que cette question m'occupe depuis un grand nombre d'années; je la traitais déjà dans un Mémoire

sur la *fermentation lactique*, que j'ai publié en 1841, avec M. Boutron, c'est-à-dire à une époque où notre savant confrère M. Pasteur entrait à peine dans la science.

Comme je conserve encore aujourd'hui les opinions que j'ai émises, il y a trente années, sur la production des ferments, je demande la permission de reproduire ici presque textuellement quelques-uns des principes que nous avons établis dans le mémoire sur la fermentation lactique.

Nous avons démontré d'abord que la production de l'acide lactique, dans le lait qui s'aigrit, est due à un phénomène de fermentation que nous avons désigné sons le nom de *fermentation lactique.*

Il résulte de nos expériences que, dans cette fermentation, c'est le sucre de lait qui est l'élément fermentescible; tandis que le ferment, bien différent de la levûre, dérive de la matière caséuse ; nous l'avons désigné sous le nom de *ferment lactique.* On trouve donc déjà, dans ce Mémoire, une distinction posée nettement entre le ferment alcoolique et le ferment lactique.

Nous avons établi, en outre, dans le même travail, que la fermentation n'est pas un fait isolé qui s'applique particulièrement à la décomposition que le sucre éprouve quand on le met en présence de la levûre de bière ; mais que c'est une réaction qui paraît générale et qui s'étend à un grand nombre de corps organiques. Un même ferment n'est pas propre à déterminer des fermentations différentes : chaque substance fermentescible demande, pour fermenter, un agent spécial de décomposition ; mais une même substance albumineuse peut former, suivant les circonstances, des ferments différents : c'est ainsi que le caséum produit tantôt du ferment alcoolique, tantôt du ferment lactique, tantôt du ferment butyrique.

On voit que ces opinions sont bien différentes de celles que M. Pasteur a développées dans ses travaux, puisque nous faisons dériver le ferment alcoolique et le ferment lactique d'une substance albumineuse : pour ne parler ici que de la fermentation alcoolique, j'admets que, dans la production du vin, c'est le suc même du fruit qui, au contact de l'air, donne naissance aux grains de levûre par la transformation de la matière albumineuse, tandis que M. Pasteur soutient que les grains de levûre ont été produits par des germes.

J'avais préparé depuis longtemps, sur ces importantes questions, un mémoire que j'ai fait lire à plusieurs de nos confrères : en entendant M. Pasteur énoncer de nouveau, sur la fermentation, des idées que je ne partage pas, j'ai cru devoir poser à mon savant confrère la question suivante, qui paraît restreinte, mais qui, pour moi, domine et comprend toutes celles qui se rapportent à la production des ferments.

On sait qu'un suc de raisin filtré avec soin et parfaitement clair entre en fermentation lorsqu'il est exposé à l'air et donne naissance à une quantité considérable de grains de levûre.

J'ai demandé à M. Pasteur comment il expliquait la production du ferment alcoolique, dans la circonstance que je viens de préciser.

A cette question, M. Pasteur a répondu sans hésitation que les grains de levûre sont produits par les germes de levûre qui existent dans l'air et qui tombent dans le suc du raisin.

Ainsi M. Pasteur admet encore aujourd'hui, et c'est précisément ce que je voulais connaître, que l'air atmosphérique contient en si grande quantité des germes de levûre, que, dans toutes les localités, et probablement à toutes les hauteurs, au moment où un suc de fruit est exposé à l'air il y tombe un germe de levûre qui le fait fermenter.

Après avoir entendu cette réponse de notre savant confrère, des objections de toute nature se sont présentées à mon esprit; je me suis borné à lui soumettre une difficulté que j'ai empruntée à ses propres expériences :

Vous avez admis autrefois, et vous venez de le répéter encore devant l'Académie, ai-je dit à M. Pasteur, que des germes de levûre peuvent se développer dans une liqueur qui contient du sucre, des phosphates et des sels ammoniacaux.

Nous avons donc ainsi, d'après vous, un réactif des germes de levûre qui heureusement est indépendant de toute organisation végétale.

Eh bien ! pour me faire accepter votre théorie, il faudrait me prouver qu'une dissolution

de sucre dans laquelle vous introduirez des sels ammoniacaux et des phosphates entrera en fermentation par le seul contact de l'air qui apportera les germes de levûre : pour ma part, j'ai souvent disposé cette expérience, et je n'ai jamais constaté dans une pareille liqueur l'apparence d'une fermentation alcoolique.

A cette objection, M. Pasteur m'a répondu que si je n'avais pas constaté de fermentation alcoolique dans les expériences que j'ai faites, c'est qu'il se formait dans le liquide une autre fermentation qui empêchait la levûre de se produire.

Je n'accepte en aucune façon cette explication : mais avant d'aller plus loin, j'attendrai la réponse imprimée que notre savant confrère a bien voulu me promettre; seulement, je le supplie, dans cette discussion, de ne pas confondre les faits qui se rapportent au développement des moisissures avec ceux qui appartiennent à la production de la levûre.

Je tiens en ce moment à ne pas m'écarter des phénomènes précis qui concernent la formation des grains de levûre.

La question à résoudre, que je considère comme fondamentale dans la théorie de la fermentation, peut donc être résumée dans les termes suivants :

M. Pasteur admet dans l'air l'existence des germes de levûre et explique ainsi la production du ferment alcoolique dans un suc de raisin exposé à l'air : quant à moi, je soutiens que l'air n'apporte pas de germes de levûre dans un suc végétal fermentescible, et que c'est la matière albumineuse du suc végétal qui, au contact de l'air, se transforme en levûre.

Telle est la question que nous devons discuter d'abord : nous l'étendrons ensuite, et nous l'appliquerons à d'autres fermentations lorsque le premier point sera bien établi.

Que mon savant confrère me permette de lui dire, en terminant, que, dans cette discussion dont je comprends toute la portée, je n'apporte ni parti pris, ni passion; je me laisse guider par le seul désir de connaître la vérité; si ses démonstrations me paraissent rigoureuses, je serai le premier à le reconnaître et à m'avouer vaincu.

Il faut savoir enfin si, comme le pense M. Pasteur, l'air atmosphérique contient réellement les germes de tous les ferments, et si, en les semant dans les liqueurs fermentescibles, il devient la cause des fermentations : quant à moi, tout en admettant dans l'air la présence des corps solides qu'un rayon de soleil m'y fait voir, je suis loin de lui attribuer la fécondité que M. Pasteur lui suppose.

M. Pasteur répond :

Je viens de dire à M. Liebig que c'est déjà une expérience très-délicate que de faire développer la levûre de bière dans un milieu minéral sucré *que l'on ensemence directement*, parce que le milieu dont il s'agit est bien plus propre, plus fertile pour diverses productions organisées que pour la levûre de bière elle-même. Ces productions envahissent les premières le terrain, et la levûre ne peut plus se former commodément. M. Fremy, plus difficile encore que la nature, veut que je répète l'expérience sans rien semer directement dans la liqueur. M. Fremy sait-il ce qu'il demande? C'est, à peu près, de faire pousser du blé sur un terrain couvert d'autres plantes, ce terrain étant fertile pour ces plantes et ne l'étant pas pour le blé. La question posée par M. Fremy n'est pas une objection. Elle ne dit rien qui soutienne la théorie de M. Liebig, qui est celle que M. Fremy a exposée et accrue dans son ancien mémoire sur la fermentation lactique. M. Fremy demande la solution d'un problème dont j'ai indiqué le premier la difficulté, et qu'on peut énoncer en ces termes : « Trouver un milieu minéral sucré qui soit tout aussi propre à la naissance et au développement des levûres alcooliques que le moût naturel du raisin lui-même. »

Ce problème n'est pas insoluble, mais il exige de longues recherches. En effet, M. Fremy ne peut ignorer qu'avec le jus naturel de la betterave elle-même, ce qu'il me demande serait difficile à faire. Ne sait-il pas, d'ailleurs, qu'il a fallu à M. Raulin (1) six années de recherches les plus assidues pour arriver à constituer un milieu minéral sucré, qui fût autant et même plus fertile pour une moisissure que les milieux organiques naturels ?

Voilà ce que j'ai à répondre, sous le rapport pratique, à la difficulté soulevée par

(1) Voir l'analyse du mémoire de M Raulin, livraison 323, 1er juin 1870, p. 530.

M. Fremy. Quant au point de vue général de notre sujet, cette question de M. Fremy est absolument sans valeur. Une levûre en vaut une autre à l'égard des principes et de la théorie. Il doit lui suffire que je puisse faire l'expérience qu'il réclame, pour la fermentation et la levûre lactique, pour la fermentation et la levûre butyrique, et pour diverses autres levûres et fermentations.

Je regrette de trouver dans la note ci-dessus de M. Fremy certaines hérésies qu'il me prête gratuitement. Je n'ai jamais dit que « l'air atmosphérique contient en si grande quantité des germes de levûre, que dans toutes les localités, et probablement à toutes les hauteurs, au moment où un suc de fruit est exposé à l'air, il y tombe un germe de levûre qui le fait fermenter. » J'ai démontré le contraire avec une rigueur qui n'a jamais été contestée, mais je répète que dans une cuve de vendange on introduit forcément dans le jus tous les germes, soit de levûre, soit d'autres productions qui se trouvent à la surface des grains de raisin ou du bois de la grappe, ou dans l'air qui est présent pendant la manipulation, et enfin tous les germes qui se trouvent sur les parois des vases employés.

Je termine en ajoutant que je considère comme erronées, autant qu'il est possible de le dire, les assertions suivantes de M. Fremy :

1° Le caséum produit tantôt du ferment alcoolique, tantôt du ferment lactique, tantôt du ferment butyrique.

2° Dans la production du vin, c'est le suc du fruit qui, au contact de l'air, produit les grains de levûre.

Jamais M. Fremy n'a donné la moindre preuve de ces assertions, et toutes mes expériences protestent contre leur exactitude.

Recherches sur l'origine des levûres lactique et alcoolique.

Par M. A. Trécul (1).

A l'important débat qui s'est engagé entre nos confrères MM. Pasteur et Fremy, je prie l'Académie de me permettre d'ajouter quelques mots pour rappeler le résultat de mes propres études.

Je dirai tout d'abord que j'ai été conduit (*Comptes-rendus*, 1868, t. LXVII, p. 1156) à identifier les *bactéries* avec la *levûre lactique* de M. Pasteur, et que cette conclusion a été confirmée en 1860 par M. H. Hoffmann, qui assure, dans un mémoire couronné par l'Académie de Paris (*Ann. sc. nat.*, 5e série, t. XI, page 61), que, dans une expérience qu'il vient de décrire, la production de l'acide lactique doit être attribuée aux bactéries, et à la page 62 il ajoute : « Je crois donc que nous avons des motifs légitimes pour regarder les bactéries comme les auteurs du développement de l'acide lactique. »

Mon opinion diffère de celle de M. Hoffmann en ce qu'il regarde les bactéries comme apportées par l'air ou avec les matières employées, tandis que je les considère comme formées par la modification de la matière albuminoïde tenue en dissolution dans le moût de bière dont j'ai fait usage. Notre avis diffère encore en ce que, pour M. Hoffmann, les bactéries sont des corps *sui generis*, tandis que, pour moi, elles sont identiques avec ce que M. Hallier nomme les *schwærmer* du *penicillium*, lesquels, s'allongeant, se partageant en articles cellulaires, passent à l'état d'immobilité, et deviennent ce que ce dernier observateur désigne par *leptothrix* du *penicillium*.

M. Hallier n'admet pas l'hétérogénèse de ces petits corps. Il les regarde comme nés normalement du plasma des spores ou du *leptothrix* du *penicillium* ou du *mucor*, ou comme résultant de la division des cellules du *leptothrix*.

Comme M. Hallier, j'admets encore que ces cellules de *leptothrix* peuvent grossir et se changer en levûre alcoolique.

De plus, comme Turpin, MM. Bail, Berkeley et Hoffman, H. Hoffmann, Pouchet, Musset et Joly, j'ai vu cette levûre passer (d'abord à l'état de *mycoderma cervisiæ*, puis) à l'état de *penicillium*.

---

(1) *Comptes-rendus*, 26 décembre 1871, p. 1453.

Par conséquent, il y aurait, suivant mes observations, la série des transformations suivantes : matière albuminoïde changée en bactéries ou directement en levûre alcoolique ou en *mycoderma*; bactéries en levûre lactique en devenant immobiles : levûre lactique en levûre alcoolique; celle-ci en *mycoderma cervisiæ*; enfin ce dernier en *penicillium*.

Je vais maintenant justifier cette assertion aussi brièvement que possible.

J'ai fait le plus souvent usage, pour ces expériences, de moût de bière préparé avec soin par moi-même, et, dans tous mes essais, la fermentation m'est apparue, comme à Cagniard-Latour et à M. Pasteur, accompagnée de corps organisés vivants.

Ces corps sont de deux sortes. Les premiers visibles sont des corpuscules mobiles dans la première phase de l'expérience ; ce sont des bactéries simples ou à deux, trois ou plusieurs articles, qui bientôt deviennent immobiles. Leurs articles, d'abord globuleux en apparence, s'allongent ensuite, et l'on a alors des cylindricules simples ou composés de deux ou plusieurs cellules oblongues.

Ces corpuscules étant toujours accompagnés de la saveur lactique du liquide, j'ai été conduit à les assimiler à la levûre lactique de notre confrère, dont ils ont la figure et les dimensions.

Quelques jours après leur apparition se montrent des cellules d'un aspect tout différent. D'abord très-petites, globuloïdes ou elliptiques, elles grandissent, et sont bientôt de beaucoup plus volumineuses que les cylindricules de la levûre lactique.

Quant elles sont arrivées à une certaine dimension, elles produisent à l'un des bouts une autre cellule, par le mode de végétation bien connu, et que pour cela je ne décrirai pas ici, l'ayant d'ailleurs fait antérieurement.

Si le vase qui contient le liquide est convenablement fermé (il est bien entendu que ceci ne s'applique qu'aux expériences de laboratoire), ces cellules acquièrent les propriétés de la levûre alcoolique et déterminent la fermentation. Si le vase est mal bouché, les cellules ne constituent que des *mycoderma cervisiæ*, qui ne décomposent pas ou seulement très-lentement la matière sucrée. Si l'on donne à un tel flacon une fermeture suffisante, ces *mycoderma*, qui peuvent être considérés, je crois, comme le premier état des cellules de la levûre, deviennent de la levûre véritable, qui fait disparaître le sucre en peu de temps.

Pour que les cellules de *mycoderma* acquièrent cette faculté, il est essentiel qu'elles soient encore très-jeunes, car arrivées à un certain âge, elles ne deviennent jamais cellules de levûre.

Je vais maintenant rechercher l'origine des formations cellulaires dont je viens de parler. Pour expliquer cette origine, deux théories sont en présence. Les uns croient, comme M. Pasteur, que les germes de ces cellules sont apportés par l'air, par les liquides, ou à la surface des matières employées. Les autres pensent, comme M. Fremy, que ce sont les substances albuminoïdes de l'orge, du raisin, de la pomme, etc., qui engendrent la levûre. Examinons d'abord la première opinion.

Si c'est l'air ou le liquide employé qui introduit les éléments de la levûre, on doit les y retrouver. Par conséquent, il faut ou que les cellules de levûres soient toutes formées dans l'air, ou qu'elles proviennent des spores ou des cellules des champignons auxquels on attribue la faculté de produire la levûre.

De telles spores ou des fragments de mycélium ne peuvent être introduits dans le liquide soigneusement préparé et examiné, sans que l'opérateur s'en aperçoive. A cause de cela, cette opinion doit être rejetée. Bien qu'elle soit évidemment défectueuse, je vais pourtant la discuter.

Si, malgré les précautions prises, l'air ou les matériaux employés apportent quelques spores ou quelques cellules de mycélium, ces éléments propagateurs ne peuvent être qu'en bien petit nombre et dans un état bien languissant.

Or, si nous considérons que dans la cuve du brasseur, où l'on introduit de la levûre en pleine activité, les cellules se multiplient dans le rapport de 5 à 7 dans l'espace de vingt-quatre heures; la multitude des cellules de levûre qui sont produites dans nos flacons en cinq, six ou huit jours ne peut évidemment provenir des quelques cellules qui auraient échappé à notre examen.

Ne nous contentons pas de ce raisonnement, qui a cependant bien quelque valeur. Faisons l'expérience suivante. Exagérons ce que l'on suppose avoir été fait à notre insu. Au lieu du misérable ensemencement accidentel opéré par quelques spores restées inaperçues, projetons dans nos flacons de moût de bière, préparé à une température de 65 à 70 degrés, une grande quantité de spores récentes et de mycélium d'un des champignons réputés générateurs de la levûre, du *penicillium* par exemple.

D'autre part, ayons des flacons renfermant du même moût filtré avec soin, mais non ensemencé, et voyons ce qui va se passer. Il arrivera ceci : Il sera produit de la levûre aussi promptement et en aussi grande quantité dans les flacons non ensemencés que dans ceux qui l'auront été, et souvent même avant que la plupart des spores aient changé d'aspect (1).

Ce n'est donc pas dans les spores venues de l'atmosphère qu'il faut chercher l'origine de la levûre. Serait-elle due aux cylindricules bactériens dont il est si difficile de se garantir?

Ce point est des plus importants à considérer; car j'ai dit, en commençant, que ces petits corps se développent en quantité immense dans les flacons, au début de l'expérience. Ont-ils été engendrés par ceux qui ont pu venir de l'atmosphère, ou produits par la modification des matières albuminoïdes?

Ce qui ajoute encore à l'importance de leur examen, c'est que je n'hésite pas à dire que, parfois dans mes fermentations, j'ai constaté, de la manière la plus manifeste, que ces cylindricules grossissent peu à peu, et deviennent de la levûre véritable. Alors, les cellules de levûre ont souvent une figure oblongue qui rappelle la forme cylindracée primitive. Je dois ajouter que cette transformation ne s'est accomplie que pendant des fermentations déjà très-actives et jamais au début de la fermentation. Les premières cellules de levûre ont toujours semblé avoir une autre origine, c'est-à-dire avoir été de création spéciale dès le principe. Néanmoins, l'on pourrait soutenir que ce sont quelques-uns des corpuscules bactériens globuleux originels, qui ont grossi et sont devenus cellules de levûre. Il est certain pour moi que la levûre alcoolique et les corps bactériens ont une parenté réelle.

Je suis ainsi amené à discuter l'origine atmosphérique de ces bactéries.

Tout le monde accorde que leur répartition est immense, et qu'il est difficile de les éviter. Ce sont évidemment celles que M. Béchamp a décrites sous le nom de *microzyma*.

Je reconnais volontiers que quelques-uns de ces petits corps sont parfois trouvés dans le moût bien filtré. Comme ils sont *toujours immobiles* et en petit nombre, je répéterai ce que je disais tout à l'heure pour les spores prétendues venir de l'atmosphère, que la multiplication qu'on leur connaît est trop lente pour rendre compte de l'étonnante quantité de *corps mobiles* qui se développent dans nos vases dans l'espace de vingt-quatre à trente-six heures. S'ils avaient une multiplication aussi prompte, on les verrait s'allonger et se diviser sous le microscope, ce que personne n'a jamais vu.

Et puis, on peut les tuer par la coction. Notre confrère M. Pasteur pense que quelques minutes d'une élévation de température à 55 ou 60 degrés suffisent quand le liquide est acide, mais qu'il faut porter la liqueur à l'ébullition pour les liquides alcalins.

J'avoue avoir peu de confiance dans le résultat des expériences qui ont été faites dans ce but, parce que, de l'aveu même de M. Pasteur, le succès n'est qu'*à peu près constant*. Notre confrère se contenterait pourtant d'un succès sur mille (*Comptes-rendus*, t. LXI, p. 1093). Je crois pouvoir soutenir que c'est tout le contraire qui est la vérité. Puisque la coction tue les bactéries, il ne doit pas y avoir d'insuccès. Il est vrai que, pour expliquer de tels résultats,

(1) M. Bail, qui fit de tels semis dès 1857, a été induit en erreur par cette facile production de la levûre par le moût de bière. Voulant se procurer en grande quantité ce qu'il a appelé sa *levûre à grandes cellules*, obtenue en ensemençant le moût avec du *mucor*, il vit, en employant en semis nouveaux tout le produit de ses opérations successives, que la proportion des grandes cellules diminuait de plus en plus dans les dernières fermentations, et il crut que ses cellules de *mucor* passaient graduellement à la levûre ordinaire, en devenant de plus en petites (35e *réunion des naturalistes et médecins allemands en* 1860). Il ne s'était pas aperçu que sa levûre à petites cellules provenait du moût lui-même. J'ai indiqué cette cause d'erreur en 1868, dans le tome LXVII des *Comptes-rendus*, p. 212 et 368. Le moût qui a bouilli produit beaucoup moins aisément des cellules de levûre sans semis, aussi est-il plus favorable pour démontrer la transformation des spores de *penicillium* en levûre.

M. Hoffmann admet que les bactéries sont plus difficiles à tuer qu'on ne le pense. C'est pourquoi après une expérience dans laquelle le liquide avait été tenu en ébullition pendant une demi-heure, le savant allemand dit que les bactéries, qui étaient apparues en si grande quantité qu'elles produisirent des nuages mucilagineux, n'avaient pas été tuées par cette longue ébullition (*Ann. sc. nat.*, 5[e] série, t. XI, p. 47, et *Bot. Zeit.*, 1869, t. XXVII, p. 291).

Il me paraît prouvé par de telles expériences que les bactéries ne viennent pas de l'atmosphère.

Continuons malgré cela de chercher leur origine. Dans du moût de bière, dans des sucs de raisin ou de pommes, les matières albuminoïdes ont deux sources différentes. Il y a celle qui est fournie par les cellules des fruits que je viens de nommer; et celle qui est donnée par les champignons que portent avec eux ces fruits. Ces champignons sont abondants à la surface du malt principalement, sur lequel pullule un *fusisporium* pendant la germination de l'orge; mais si l'on emploie de l'orge non germée, pour les expériences, en la traitant comme le malt dans la préparation du moût de bière, et que l'on sucre la liqueur qui tient beaucoup d'amidon en dissolution, on obtient les cylindricules bactériens, c'est-à-dire la levûre lactique en grande quantité, et quelque temps après la levûre alcoolique, si la température est suffisamment élevée.

Voici des expériences qui me paraissent dignes de fixer l'attention de l'Académie. Aux mois de janvier et de février, dans une chambre dont la température ne dépassa pas + 12°, je préparai de l'eau d'orge amylacée à la température de 67 degrés. Certains flacons furent sucrés, d'autres ne le furent pas. Quelques jours après, tous contenaient des cylindricules bactériens, et le liquide rougissait fortement le papier bleu de tournesol, mais il ne donna pas de levûre alcoolique.

Des flacons sucrés ensemencés avec des spores globuleuses vertes du *penicillium crustaceum*, ou avec les grosses spores elliptiques du *penicillium* que j'ai appelé *P. virens*, transformèrent en huit à douze jours ces deux sortes de spores en belles cellules de levûre, dont on pouvait suivre les progrès en voyant les spores grossir et se décolorer. Cette levure détermina bientôt une fermentation si énergique que le bouchon était chassé avec violence et détonation, et le liquide projeté au dehors, aussitôt que les liens étaient enlevés.

De cette eau d'orge amylacée ayant été préparée le 11 avril, quand la température était plus élevée par conséquent, donna dans les flacons sucrés de belles cellules elliptiques ayant commencé comme les cellules de levûre, mais s'allongeant et se multipliant par division en se coupant par la moitié ou en trois par une cloison transversale, à la manière des utricules ordinaires, et non avec l'apparence que l'on a désignée par *bourgeonnement* chez les cellules de la levûre. Ces utricules furent conservées jusqu'au 23 mai sans qu'elles aient produit la fermentation. Ce jour-là du sucre fut ajouté, et, dès le 30 mai, il y avait une fermentation très-énergique.

L'Académie voit qu'en reconnaissant des matières albuminoïdes de deux origines, l'une fongine et l'autre donnée par les cellules des fruits employés, je ne dissimule aucune difficulté. Là est, à mon avis, la plus grande, et ce sera un jour le refuge des adversaires de l'hétérogénie. S'ils adoptaient cette thèse, il serait impossible de leur prouver qu'il n'y a pas de matière albuminoïde de champignon dans la petite quantité de matière organique de l'eau employée. Il est vrai que ce ne serait plus à des cellules, à des spores, à des germes parfaits que l'on aurait affaire!

Ne semble-t-il pas, d'après ce qui précède, que toutes les probabilités soient pour la formation des bactéries et de la levûre aux dépens des matières albuminoïdes de l'orge dans nos expériences?

Mais si l'on ne peut prendre la nature sur le fait, en flagrant délit de production de ces petits êtres aux dépens des matières organiques *en dissolution*, on arriverait au but désiré en poursuivant l'origine de ce que j'ai appelé des *amylobacter*, c'est-à-dire des bactéries amylacées, dont tout esprit non prévenu pourra, dans maintes circonstances, voir la provenance avec certitude.

Il paraît que ces petits corps sont très-embarrassants pour les adversaires de l'hétérogénie, car tous omettent d'en parler dans leurs dissertations contre l'opinion qu'ils combattent.

Pourtant l'observation des *amylobacter* est facile, et leur origine parfois aisée à constater.

J'ai démontré que certaines fibres du liber renferment des granulations qui bleuissent au contact de l'iode, après la coction dans la potasse. La macération dans l'eau donne quelquefois le même résultat. Cela est assez fréquent dans les fibres du liber des *apocynum cannabinum* et *venetum*. Je mets sous les yeux de l'Académie une figure qui représente une telle fibre, dont une partie du contenu granuleux fut bleuie par l'iode après la macération. Ces granules, qui étaient assez volumineux, n'avaient pas changé de forme; mais quand les granules sont très-petits, on les voit souvent, continuant de végéter, émettre sur l'un de leurs côtés un appendice caudiforme, qui a la propriété de bleuir par l'iode. Cette queue est rigide ou flexible, et quand elle est flexible, leurs mouvements ressemblent à ceux de petits poissons, ainsi que la forme de quelques-uns d'entre eux rappelle celle de ces animaux) *Comptes-rendus*, t. LXV, p. 934).

Les *amylobacter* sont libres dans les cellules ou hors d'elles, mais il en est qui sont fixés à leurs parois. J'en ai décrit de couchés et de dressés à la surface des utricules, comme l'a dit dernièrement M. de Seynes pour des bactéries. Notre confrère M. Robin a représenté de ces divers *amylobacter*, d'après mes dessins, dans son *Traité du microscope*, édit. de 1871, p. 934.

Quand les *amylobacter* étaient couchés sur les cellules, ils m'ont quelquefois paru naître de la paroi utriculaire elle-même, principalement de la membrane externe, qui est souvent commune à deux cellules. Je mets encore sous les yeux de l'Académie une planche qui lui a déjà été présentée, et que M. Robin reconnaîtra, l'ayant eue assez longtemps à sa disposition. Une cellule parenchymateuse de l'écorce du *tupa ghiesbreghtii* y est figurée en voie de destruction. Une couche d'*amylobacter* cylindracés semblait remplacer la paroi utriculaire; mais je ne saurais affirmer qu'il y eût là une division de la paroi analogue à celle que présentent certaines fibres du liber, qui se fractionnent en une multitude de petites aiguilles d'apparence cristalline, que j'ai vues se colorer en bleu sous l'influence de l'iode et de l'acide sulfurique. Souvent, néanmoins, une telle coloration n'avait pas lieu, et ces petits corps aciculaires se dissolvaient dans l'acide concentré sans avoir bleui.

Un des modes de formation les plus remarquables des *amylobacter* est parfois donné par le contenu des vaisseaux laticifères (*euphorbia characias*, etc.). Le latex se partage en petites masses d'abord mal circonscrites qui se délimitent de plus en plus nettement, en prenant une forme elliptique plus ou moins allongée, et qui, à un certain degré de développement, acquièrent la faculté de bleuir par l'iode.

Il est bien évident qu'une telle modification du latex et celle des granulations du contenu libérien qui s'allongent en petites cellules amylacées ne sauraient être attribuées à un phénomène de simple décomposition, l'amidon ne se développant d'ordinaire que pendant la vie. En outre, ce qui prouve que les *amylobacter* ne sont pas de simples produits pathologiques, destinés à une prompte décomposition, c'est que l'on en trouve très-fréquemment en voie de se multiplier par division.

Tous ces petits corps bleuissant par l'iode, ce qui rend l'observation facile dès le début de leur développement, ont beaucoup de ressemblance avec les bactéries et les vibrions, et sont éminemment propres, par conséquent, à nous éclairer sur l'origine de ces deux dernières formes des plus petits êtres organisés.

— M. Pasteur, après la lecture de M. Trécul, présente les observations suivantes :

M. Trécul touche à tant de faits dans la note qui précède, que j'attendrai leur publication au *Compte-rendu* pour les discuter. Dès à présent, je puis assurer notre savant confrère qu'il eût trouvé dans les mémoires que j'ai publiés des réponses décisives sur la plupart des questions qu'il vient de soulever.

Je suis vraiment surpris de le voir aborder la question des générations dites *spontanées*, en n'ayant que des faits aussi douteux et des observations aussi incomplètes. Mon étonnement n'a pas été moindre qu'à la dernière séance, lorsque M. Fremy s'est engagé dans le même débat, n'ayant à produire que des opinions surannées, sans le moindre fait positif nouveau. Aussi, m'attendais-je à ce que M. Fremy prît la parole aujourd'hui pour appuyer au moins de quelques considérations les assertions de sa dernière note, assertions que j'ai si explicitement condamnées dans la courte réponse que je lui ai faite. Qu'il me permette, en atten-

dant, de lui poser une question, puisqu'il a bien voulu m'assurer, lundi dernier, qu'il n'avait aucun parti pris.

M. Fremy confesserait-il ses erreurs, si je pouvais lui démontrer que le suc naturel du raisin, exposé au contact de l'air privé de ses germes, ne peut ni fermenter, ni donner naissance à des levûres organisées?

Afin que M. Fremy comprenne bien ma question, d'ailleurs fort claire, et surtout pour qu'il ne me réponde pas qu'il est difficile de juger une expérience lorsqu'elle n'est pas encore publiée, je lui dirai que l'expérience dont il s'agit serait identique au fond à celles que j'ai déjà produites antérieurement sur le sang et l'urine naturels, ainsi qu'il peut s'en convaincre en lisant la page 739 du tome LVI de nos *Comptes-rendus*, expériences dont M. Fremy, je le crains, ignore l'existence, puisqu'il est impossible de les concilier avec ses opinions. Là, il pourra reconnaître que j'ai démontré, avec certitude, que ces deux liquides, si altérables, peuvent être exposés au contact de l'air privé de ses germes, sans éprouver la moindre fermentation ou putréfaction; qu'en d'autres termes, le corps humain, hormis le canal intestinal et le poumon, est fermé à l'introduction des germes extérieurs, fait important, sur lequel, parmi d'autres du même ordre, le célèbre docteur Lister a fondé sa merveilleuse méthode chirurgicale. C'est la même expérience et la même déduction logique que j'offre de démontrer à M. Fremy pour les organes des végétaux.

Note relative à la communication précédente de M. Trécul sur l'origine des levûres lactique et alcoolique (1).

Par M. Pasteur.

J'ai pris connaissance du travail que M. Trécul a lu à l'Académie lundi dernier.

Je dois déclarer que je n'y ai rien trouvé qui pût atteindre en quoi que ce soit l'exactitude de mes expériences antérieures, non plus que les conclusions que j'en ai déduites.

Cellules de levûre de bière devenues mobiles comme des monades.

Par M. A. Trécul (2).

A la page 516 du tome LXV des *Comptes-rendus*, j'ai dit avoir observé des monades à l'intérieur de cellules médullaires, après quelques jours de macération. Ayant l'intention de revenir l'année suivante sur ce sujet, je ne décrivis pas mon observation, parce que je voulais vérifier de nouveau l'origine de ces monades. Comme je n'ai pas réussi à le faire depuis cette époque, je crois devoir dire aujourd'hui ce que je vis alors.

Ces monades étaient renfermées dans des cellules du pourtour de la moelle d'une tige d'*Helianthus tuberosus*, qui contenaient en même temps des vésicules chlorophylliennes disposées autour d'un nucléus. Quelques-unes de ces vésicules avaient grossi, et s'étaient décolorées. De l'iode ayant été mis sur la préparation, les vésicules agrandies devinrent brunes absolument comme les monades, tandis que celles qui étaient restées vertes et qui avaient conservé la dimension normale n'avaient pas bruni. Je crus pouvoir en conclure que les monades provenaient de la modification des vésicules chlorophylliennes (3).

Je n'omettrai pas de rappeler ce que j'ai déclaré au bas de la page 392 du même tome LXV, qu'il y avait des monades fixées par leur cil ou filament à la surface de l'épiderme des tronçons de tige en macération.

La levûre de bière m'a plusieurs fois présenté des phénomènes qui ont beaucoup d'ana-

---

(1) *Comptes-rendus*, 2 janvier, p. 23.

(2) *Ibidem*.

(3) M. S. Reissek (*Sitzungsberichte d. mat. nat. Cl. d. kais. Akad. d. Wiss. zu Wien*, 1851, t. VII, p. 339) a décrit des monades nées de grains de chlorophylle du *Caltha palustris*, des cellules filles du pollen de l'*Orchis morio*, et des granules du contenu du pollen du *Pinus sylvestris*, etc. D'un autre côté, M[me] J. Lüders dit avoir vu de petites monades naître par l'agrandissement de bactéries qu'elle obtenait, à l'aide de la macération, par la modification du plasma des spores et des filaments de germination de quelques mucédinées. (*Bot. Zeit.*, 1866, t. XXIV, p. 36.)

logie avec le précédent, mais l'exemple le plus remarquable m'a été donné par de la levûre de bière de Bavière.

Le 15 juillet, trois heures après que la bière avait été mises en tonneaux, je recueillis de la mousse qui s'écoulait de ceux-ci dans les récipients placés au-dessous. Le lendemain cette mousse était condensée dans le flacon qui l'avait reçue, en liquide qui avait laissé déposer de la levûre. Cette bière ayant été décantée, le flacon au fond duquel restait la levûre fut rempli d'eau. Trois jours après, le 19 juillet, je trouvai à la surface du liquide presque toutes les cellules de levûre, qui s'y mouvaient avec la vivacité des monades les plus agiles.

Ces monades nouvelles avaient toutes les formes et toutes les dimensions qu'affectaient les cellules de levûre, quand l'eau qui les contenait fut mise dans le flacon. Elles n'avaient pas sensiblement grossi. La plupart étaient ovoïdes, mais il y en avait d'oblongues, ayant en longueur trois, quatre et cinq fois leur largeur.

La surface de ces cellules mobiles était revêtue de fins granules sombres qui semblaient résulter de l'altération de la membrane superficielle. Chez certaines de ces cellules, toute la périphérie était occupée par ces granulations, mais chez un assez grand nombre d'entre elles ce revêtement granuleux existait seulement sur une partie de la surface, en sorte qu'une fraction plus ou moins étendue de l'utricule, égalant parfois à peine la moitié du pourtour de celle-ci, était lisse, incolore et comme gélatineuse. La membrane interne semblait être graduellement dénudée par la destruction de la membrane externe.

On trouvait de ces cellules, jouissant du mouvement de translation, unies deux à deux par les extrémités de leur grand diamètre, comme l'étaient certaines cellules de levûre avant la macération. De plus, il y avait encore, parmi les utricules mobiles, des cellules de levûre peu ou pas du tout modifiées, et qui étaient immobiles. De ces utricules en voie de transformation portaient à une extrémité leur cellule fille ou *bourgeon*, tandis que d'autres utricules en voie de se modifier étaient en séries de trois ou quatre placées bout à bout.

Les cellules agiles parcouraient tout le champ du microscope, comme le font des monades. Dans une observation antérieure, j'avais trouvé que la partie dépourvue de granulations marchait en avant. Dans la dernière observation le cas contraire semblait le plus fréquent ; c'était tantôt la partie dénudée qui se portait en avant, et tantôt la partie granuleuse.

Les mouvements les plus curieux étaient ceux des cellules oblongues, qui pouvaient s'infléchir, se courber alternativement dans un sens et dans le sens opposé.

Toutes ces cellules étant dépourvues de cils, on était surpris, quand elles étaient en repos, de les voir attirer, à la distance de trois centièmes de millimètre, et repousser ensuite des cellules de levûre non transformées aussi grosses qu'elles-mêmes.

J'ai dit plus haut que ces cellules se tenaient à la surface du liquide. C'était évidemment pour se rapprocher de l'air atmosphérique, car, sur le porte-objet du microscope, ainsi que cela a été signalé pour d'autres formations, ces petits corps se portaient vers les bords de la lamelle de verre qui couvraient le liquide. Ces cellules mobiles s'accumulaient là en grand nombre et s'y agitaient vivement, puis y mouraient en se décomposant comme je vais le dire.

A certaines places, près du bord de la lame de verre, ces cellules se dilataient plus ou moins et se vidaient de leur plasma, puis leur contour se déformait, devenait anguleux, et restait finalement marqué, principalement ou seulement par la série des granulations représentant la membrane altérée. Quelques-uns de ces petits corps se mouvaient encore quand ils étaient déjà très-déformés.

L'altération de ces cellules sur le porte-objet est si prompte que tous les phénomènes que j'ai décrits furent observés dans l'espace d'une demi-heure à une heure ; et les altérations sont si rapides, que, de toutes ces jolies cellules qui, quelques instants auparavant, s'agitaient encore au bord de la lame de verre, le temps d'écrire quelques notes, tout mouvement avait cessé, et il ne restait plus que le contour granuleux dont

les lignes se rompaient bientôt, et la dispersion des granules dans le liquide environnant avait lieu.

Note sur les prétendues transformations des bactéries et des mucédinées en levûres alcooliques (1).

Par M. J.-C. de Seynes. (Extrait d'une lettre à M. Pasteur.)

Depuis six ans je cultive des bactéries des levûres, des *mucor*, des *penicillium* et autres mucédinées, sans jamais avoir surpris les transformations annoncées par Hallier (d'Iéna) et admises en partie par M. Trécul. En présence des affirmations du savant français, dont tout le monde connaît la haute valeur, mon premier mouvement m'eût porté à croire que j'avais mal expérimenté et mal étudié, mais je n'ai pu oublier qu'un observateur de premier ordre, qui ne saurait être suspect en matière de fixité générique ou spécifique, M. de Bary, n'avait pas été plus heureux que moi en contrôlant les expériences de ses confrères allemands sur la levûre.

Lorsqu'on fait germer et végéter des *penicillium* dans l'eau, il se produit, au bout de quelque temps, des changements notables dans l'aspect du plasma. Ces changements s'observent dans les mycélium submergés et dans les cellules du parenchyme des champignons supérieurs, à un moment qui correspond à la mort du végétal. Le plasma se divise en granulations très-distinctes, à peu près d'égale dimension, et souvent placées à égale distance dans le sens du plus grand axe de la cellule. Ces granulations, semblables aux gouttelettes huileuses du plasma dans son état habituel, ne sont pas surajoutées à ces dernières et n'en sont qu'un mode d'agrégation différent. Quant au passage de ces granulations à l'état de bactérie, je ne l'ai jamais constaté, pas plus que le passage du mycélium à l'état de leptothrix.

Les nombreuses causes de confusion qui peuvent se présenter, lorsqu'on veut se rendre compte de la filiation annoncée entre les bactéries, les levûres et les *penicillium* en partant des bactéries, m'ont conduit à essayer de suivre l'ordre inverse. Pour cela, j'ai placé les pellicules bien connues que forme le *penicillium glaucum* et qui lui ont valu le nom de *crustaceum*, dans des vases à fond plat; elles étaient retenues au fond par des fragments de verre, je les ai recouvertes de solutions sucrées ou de moût de bière bouilli. J'avais soin de prendre des échantillons de *penicillium* à divers états, soit avant, soit après la fructification, et de les bien laver. Je n'ai jamais vu le mycélium ou les spores se modifier dans le sens de la production d'une cellule de levûre. J'ai observé, il est vrai, des modifications intéressantes au point de vue de la physiologie des *penicillium*, modifications qui se produisaient aussi dans l'eau ordinaire. J'en ai rendu compte à la Société philomatique.

Les observations rapportées jusqu'ici au sujet de la production des cellules de levûre par les bactéries sont peu concordantes. Pour M. Trécul, la bactérie s'enfle et se transforme isolément. Pour M. Béchamp, les bactéries ou les microzymas s'associent pour former une cellule ; ce sont « les travailleuses chargées de tisser les cellules (*Comptes-rendus* t. LXVIII, p. 877) ». Cette théorie n'est pas nouvelle, M. Pineau l'a défendue en 1845, par des observations insérées dans les *Annales des sciences naturelles* (*Zoologie*, 3e série, t. III, p. 187 à 189 ; *pl. IV bis*, *fig.* 21 à 27); il m'est difficile de ne pas attribuer ces observations au parasitisme des bactéries, dont j'ai parlé à la fin d'une note insérée dans le *Compte-rendu* du 11 décembre dernier ; les figures de M. Pineau, dessinées d'ailleurs avec un trop faible grossissement, ne sont pas de nature à lever mes doutes.

Je ne me fais pas illusion sur la valeur des preuves négatives; elles ne peuvent avoir d'autre prétention que de dissiper certaines causes d'erreur. Il est indispensable d'apporter la constatation d'un cycle de végétation bien défini pour tous les microphytes en litige. C'est à quoi ont aussi tendu mes efforts; après avoir reconnu, comme M. Trécul, et par d'autres procédés, la filiation de la levûre et des mycodermes (voy. *Bull. de la Soc. bot.*, t. XV, p. 179), après avoir observé un mode de reproduction intracellulaire des mycodermes (*Comptes-rendus*, 13 juillet 1868), j'ai vu depuis lors une forme de reproduction aérienne des mycodermes. Je

(1) *Comptes-rendus*, 8 janvier, p. 113.

ne veux en donner la description qu'après l'avoir observée un plus grand nombre de fois; tout ce que je puis en dire, c'est qu'elle n'a aucun rapport ni avec les *penicillium*, ni avec les *mucor*, ni avec aucun des genres auxquels on a jusqu'ici rattaché les levûres.

Réflexions concernant l'hétérogénèse, suggérées par les expériences et les opinions de quelques observateurs contemporains.

Par M. A. Trécul (1). — Déclaration de M. Fremy (2).

Quand Cagniard-Latour eut annoncé, en novembre 1836, l'existence d'un corps organisé auquel il attribua la fermentation, il fallut expliquer l'origine de cette levûre. On se demanda si elle est produite par la modification des matières organiques contenues dans les liquides employés, ou si elle l'est par des germes apportés par l'air atmosphérique. Les expériences dont M. Schwann fit connaître le résultat en février 1837, à la réunion de la Société des amis des sciences naturelles, à Iéna, parurent donner un puissant point d'appui à la dernière opinion. En effet, ce savant, au lieu de chauffer à 100 degrés en vases clos, comme Appert, les matières fermentescibles, les met en contact avec de l'air calciné, et il prétend les préserver ainsi de la fermentation. C'est cette interprétation qu'adopte notre confrère M. Pasteur. « La modification apportée par Schwann, dit-il, à l'expérience d'Appert, rend « inadmissible l'explication de Gay-Lussac, puisque dans l'expérience de Schwann il y a « une quantité quelconque d'oxygène en contact avec la matière animale ou végétale; seu- « lement cet oxygène appartient à de l'air calciné. Dès lors la théorie la plus naturelle paraît « être celle-ci : l'air renferme quelque chose qui provoque la fermentation ou plutôt la pu- « tréfaction. Ce quelque chose, germes, ozone, particules solides, fluides, etc., est détruit « par la chaleur. Voici pourquoi, par la méthode d'Appert ou par celle de Schwann, on « préserve de toute altération les matières fermentescibles ou putrescibles. De même il est « présumable que si l'expérience de Gay-Lussac sur les grains de raisin a réussi, c'est que « Gay-Lussac, en introduisant la bulle d'air ou d'oxygène, a mis en contact avec le moût « ce quelque chose dont nous parlons, et c'est ce quelque chose qui a fait naître la fermen- « tation, et non l'oxygène comme il le croyait (*Annales de chimie et de physique*, 3e série, « 1860; t. LVIII, p. 371). » Je dirai tout de suite que M. Pasteur a en partie raison dans l'explication qu'il donne de quelques-unes de ses expériences, et que Gay-Lussac n'a pas tout à fait tort.

On se rappelle que Gay-Lussac pensait que si les substances conservées par le procédé d'Appert sont exposées à l'air, elles acquièrent promptement une disposition à la fermentation ou à la putréfaction, mais qu'en les exposant à la température de l'eau bouillante dans des vases fermés, l'oxygène est absorbé, et, en produisant une nouvelle combinaison qui n'est plus propre à exciter la fermentation ou la putréfaction, il détruit ou concrète (ou tout simplement modifie) la matière provocatrice, si l'ébullition a été suffisamment prolongée.

Cette opinion est rejetée aujourd'hui par quelques savants. Je crois que c'est à tort. On peut en trouver la preuve dans les expériences de notre savant confrère, dont l'habileté expérimentale est bien connue, et dans celles que décrivent divers autres observateurs.

M. Pasteur a vu que du lait que l'on fait bouillir à 100 degrés pendant quelques minutes en vase clos, et que l'on met ensuite en contact avec de l'air calciné, se caille après un temps variable, ordinairement de trois à dix jours. Dans cet état il reste aussi alcalin que le lait frais, mais il est rempli d'infusoires, le plus souvent de vibrions.

Il ne saurait être ici question de génération spontanée, selon notre confrère, car si l'on prolonge l'ébullition pendant quelques minutes dans plusieurs flacons, on verra le nombre des flacons produisant des infusoires diminuer en proportion de la prolongation de l'ébullition, et si la température est élevée à 110 ou 112 degrés, il n'apparaît plus d'infusoires, parce que leurs germes sont tués.

Il faudrait nous dire d'abord avec précision ce qu'est un germe de vibrion dans le lait et

(1) *Comptes-rendus*, 15 janvier, p. 153.
(2) *Ibid.*, p. 164.

dans les autres matières organiques, et surtout nous le montrer; mais ne nous arrêtons pas à de telles difficultés, que nos contradicteurs ne sauraient surmonter. Nous pouvons trouver ailleurs la solution du problème. N'est-elle pas donnée par l'assertion de Gay-Lussac, qui prétend que la coction en vase clos suffisamment prolongée détruit ou concrète, disons, modifie la matière albuminoïde, et qu'alors la fermentation ou la putréfaction n'a plus lieu. C'est là ce que tendent à prouver les expériences de M. Pasteur sur le lait, que je viens de citer, et sur l'eau sucrée albumineuse. L'urine, suivant notre habile confrère, exigerait seulement une ébullition de quelques minutes pour perdre la propriété de fermenter.

Si l'on en croit les expériences de M. Wyman (*Silliman's amer. journ.*, 1867, sept., p. 152 et suiv.), il y a des matières organiques beaucoup plus résistantes, puisque du bouillon de bœuf ou des parcelles de bœuf mises dans de l'eau sucrée dans des vases fermés à la lampe, et soumis à une température de 100 degrés pendant une heure, une heure et demie et même deux heures, ont donné des infusoires (bactéries, vibrions ou monades) au bout de deux à trois jours. De l'extrait de bœuf entièrement soluble dans l'eau, chauffé de même dans un bain-marie à 100 degrés, donna des infusoires après une ébullition de quatre heures. Mais si la coction était prolongée cinq à six heures, il ne se produisait plus d'infusoires. Par conséquent, dit l'auteur, une limite au développement des infusoires fut atteinte, après une ébullition suffisamment prolongée.

Dans une autre série d'expériences, M. Wyman obtint des infusoires dans des dissolutions de matières organiques qui avaient bouilli plus de vingt-cinq minutes, et qui ensuite avaient été placées en contact avec de l'air ayant traversé un tube incandescent.

M. H. Hoffmann, dans un mémoire couronné, et dans le *Botanische Zeitung* de 1869, p. 244, croit trouver là une preuve accablante contre la génération dite *spontanée :*

Les défenseurs de l'hétérogénie, dit-il, qui s'étaient attachés à ces bactéries et à ces monades comme à une ancre sacrée, doivent désormais l'abandonner, car il résulte de ces deux séries d'expériences : 1° que, dans les conditions ordinaires, une ébullition suffisamment prolongée empêche le développement des formes vivantes; 2° que (conformément à ses propres expériences) quelques minutes suffisent pour obtenir le même effet sous la pression de la vapeur aqueuse.

Il me paraît, au contraire, que ces expériences sont tout à fait favorables à l'hétérogénèse, car, de l'aveu même de MM. Pasteur, Hoffann et Wyman, si les infusoires cités perdent la faculté de se mouvoir, et prennent les apparences de la mort à une température de 56°.7 C., est-il vraisemblable que des êtres aussi sensibles, d'une organisation aussi délicate, résistent à une coction de trois et même de quatre heures?

L'avis que j'émets là est appuyé aussi de celui de M. Wyman, qui dit (p. 169) :

Si des vibrions, des bactéries et des monades sont ajoutés à une solution organique claire et limpide, celle-ci devient trouble au bout d'un ou deux jours par leur multiplication. Si ces infusoires ont été préalablement bouillis, la solution ne devient trouble *qu'un ou deux jours plus tard*, et, dans quelques expériences, pas plus tôt que ne le fait la même solution à laquelle il n'a pas été ajouté d'infusoires (1).

De plus, M. Hoffmann, dans son mémoire de 1869, que j'ai cité, ajoute encore à l'opinion de M. Wyman, car il dit (*Ann. sc. nat.*, 5e sér., t. XI, p. 29) : que « même l'ébullition ordi-« naire à l'air libre, pourvu qu'elle soit prolongée très-longtemps, produit les mêmes effets « que l'ébullition en vases clos et sous la pression de la vapeur aqueuse. » Dans cet exposé, M. Hoffmann remplace le jus de viande de M. Wyman par une infusion de plante.

N'est-il pas évident, si M. Hoffmann a renouvelé, dans ces conditions, l'expérience de M. Wyman, que la coction n'agit pas seulement en tuant les germes des infusoires, puisque l'on opère à l'air libre, mais qu'elle occasionne, dans la composition du liquide, un changement qui empêche la fermentation ou la putréfaction, malgré la présence des germes apportés par l'atmosphère, dont on ne cherche pas à se garantir?

Bien que cette expérience réfute à la fois la négation de l'avis de Gay-Lussac, et l'affirmation de l'efficacité de l'apport des germes par l'atmosphère, je vais répondre à l'objection tirée

(1) Ici les mots *dans quelques expériences* sont évidemment de trop. Ils expriment seulement que, dans toutes les expériences du consciencieux M. Wyman, les infusoires ne sont pas apparus dans tous les flacons dans le même espace de temps, car le retard d'un ou deux jours, dont il parle d'abord, suffit pour le développement des infusoires dans certains liquides à une température convenable.

du fait que des liquides qui ont subi l'ébullition peuvent être conservés longtemps sans produire d'infusoires, si on les tient à l'abri des poussières de l'air, tandis que, si l'on y introduit de ces poussières, ils entrent bientôt en fermentation en donnant lieu à des bactéries, à des monades, à des mucédinées, etc.

A cet égard, il suffit de faire remarquer, et cela a déjà été dit, je crois, qu'avec ces poussières on introduit des matières organiques, et, par conséquent, des substances protéiques, albuminoïdes, qui n'ont pas subi la coction, et auxquelles les hétérogénistes attribuent la faculté de se transformer en bactéries, en levûre, etc.

Je n'oublie pas que l'on peut introduire, avec l'air ou avec ces poussières de l'air, des bactéries, des spores et des fragments de mycélium. On ne saurait tirer de là d'objections sérieuses, parce que ces corps n'ont pas le privilége de déterminer la putréfaction et la fermentation. Ils partagent cette propriété avec des principes contenus dans les autres matières organisées.

Pour le prouver, il n'est pas nécessaire de citer mes propres expériences, il suffit de rappeler celles des homogénistes eux-mêmes. M. Hoffmann, par exemple, dit (*Ann. sc. nat.*, t. XI, p. 26) que neuf fois sur dix, *malgré les précautions prises*, on obtient des bactéries, quand on a mis en expérience une matière organisée quelconque. Il est vrai que M. Hoffmann ajoute que les premières bactéries sont venues de l'air. Les expériences de M[me] Lüders, dont je vais parler maintenant, montrent ce qu'il faut penser de ce subterfuge des homogénistes en général et de M. Hoffman en particulier.

Depuis que j'ai nommé cette dame, je me suis aperçu qu'il existe de grandes préventions contre ses travaux, qui, pourtant, accusent une grande habitude du microscope et des expériences. Il est vrai qu'à première lecture ses assertions, que certes je ne voudrais pas toutes garantir, étonnent (1); mais, après réflexion, quand on a soi-même beaucoup observé, on n'est plus surpris que d'une chose : c'est que M[me] Lüders ne soit pas hétérogéniste. Quoiqu'elle dise que ses expériences n'ont pu la convaincre de la réalité de l'hétérogénèse (*Urzeugung*), personne mieux qu'elle n'a prouvé la vanité de la prétendue nécessité de germes venus de l'atmosphère. Elle met un tel soin à ses expériences, que M. Pasteur ne les désavouerait pas.

M[me] Lüders part du principe admis par notre confrère, savoir : que des solutions organiques (de l'eau de viande, par exemple), soumises à une température suffisamment élevée, ne sont pas aptes à produire des infusoires. Elle chauffe les liquides, les instruments et les verres qu'elle emploie à une température de 140 à 160 degrés, quand ces objets ne peuvent pas être rougis au feu.

Ses appareils consistent en éprouvettes fermées par un bouchon de gomme, auquel s'adapte un tube recourbé, qui empêche l'introduction des poussières de l'air. Dans plusieurs de ces appareils elle place, avec de l'eau de viande chauffée à 160 degrés, la matière organisée à essayer; des vases de contrôle reçoivent seulement de l'eau de viande chauffée à 160 degrés. Ces divers appareils sont disposés dans un bain entretenu à 30, à 40 degrés.

M[me] Lüders ne voit point d'infusoires apparaître dans les derniers vases, tandis qu'il s'en développe abondamment dans les premiers, c'est-à-dire dans ceux qui ont reçu une matière organisée non chauffée (Mucédinées, *Palmela cruenta*, fragments d'un fruit sain, de pomme, d'amande douce, etc.).

M[me] Lüders n'hésite pas à conclure de ses expériences que les poussières de l'air ne sont pas nécessaires à la production des bactéries, et que celles-ci sont contenues dans les matières organiques employées. Mais à quel état sont-elles dans ces matières? M[me] Lüders, dominée par le préjugé, aime mieux croire à l'existence de germes bactériens tout formés dans les corps organisés que d'admettre l'*Urzeugung*, c'est-à-dire la transformation de la matière organisée, telle que la conçoivent les hétérogénistes. Ainsi, dans les fruits, dans les amandes douces qui lui donnent en abondance des bactéries, qu'elle n'aperçoit qu'après la macération, elle est disposée à croire que les bactéries ont pénétré dans les ovaires ou dans les ovules dès l'époque de la floraison.

(1) *Bot. Zeit.* 1866, t. XXIV, p. 33, et *Archiv für mikroskopische Anatomie von Max Schultze*, 1867, t. III, p. 317.

On voit par là de quels efforts d'imagination sont capables les homogénistes pour rejeter la transformation de la matière. M. Hoffmann va nous en donner d'autres exemples.

On trouve assez souvent sur les racines de certaines légumineuses (*Phaseolus*, *Vicia*, *Lupinus*, etc.) des excroissances tuberculeuses observées par MM. Schlechtendal et Schacht. M. Woronine les étudia aussi. Il vit à l'endroit de ces excroissances les cellules du parenchyme interne des racines se modifier, s'isoler les unes des autres en quelque sorte, et se remplir de corpuscules granuleux qui s'allongent, se multiplient par scissiparité et par gemmation, à la manière des bactéries, dont ils acquièrent la mobilité après huit heures de contact environ avec l'eau, et auxquelles M. Woronine les assimile. M. Hoffmann, les croyant d'une autre nature, voulut s'en assurer, et, à la suite d'une expérience pour laquelle il prend les plus grandes précautions contre l'invasion des bactéries atmosphériques (en chauffant ses verres au rouge, en les tenant renversés jusqu'au moment de s'en servir, en examinant avec soin la goutte d'eau qu'il emploie), expérience qui lui donne des résultats conformes à ceux de M. Woronine, M. Hoffmann conclut à l'introduction de bactéries venues de l'air (*Annales des sciences naturelles*, 5e série, t. XI, p. 26).

C'est toujours, comme on le voit, la conclusion que les homogénistes tirent, sans preuve, des expériences contraires à leur opinion. Ils sont beaucoup moins réservés, quand leur théorie n'est pas contredite par les expériences. M. Hoffmann, par exemple, n'a pas la même crainte des bactéries aériennes quand il s'agit de reconnaître ce que peut donner la culture du sang charbonneux. Voici comment il s'exprime : « Ainsi j'ai obtenu du sang charbonneux « *déposé sur des fragments de pomme de terre*, dans un tube clos, des mucus jaunes, bactério- « et monadophores, riches en micro- et mésobactéries, souvent disposées en chapelets, et telles « absolument qu'elles se trouvent dans le sang de l'homme et des animaux morts du *sang de* « *rate*. »

Il croit donc à l'exactitude des résultats de sa culture, qui pourtant présente bien plus de chance d'introduction de bactéries, par l'air ou par la pomme de terre, que sa précédente expérience citée ici. Il y croit comme si le sang normal n'était pas susceptible de donner aussi des bactéries.

On se demande, après cela, pourquoi M. Hoffmann tient pour à peu près impossible de transporter le virus-vaccin directement d'une pustule variolique sur un *substratum* approprié, sans qu'à l'insu de l'observateur le *Penicillium* se mêle aux préparations.

Si M. Hoffmann a cette conviction, pourquoi fait-il donc des cultures sur la pomme de terre? En voyant le *Penicillium* apparaître avec tant de constance, il semblerait naturel d'en chercher les germes dans le virus-vaccin, dans les corpuscules qu'il renferme, par exemple. On ne voit pas pourquoi le *Penicillium* tomberait plutôt sur le vaccin que sur la pomme de terre, qui a beaucoup plus de surface et sur laquelle il végète très-bien.

M. de Seynes aussi ne peut s'arrêter au résultat de l'expérience. En parlant de la naissance des bactéries à la surface d'une cellule de *Mycoderma* ou de *Mucor* (*Comptes rendus*, t. LXXIII, p. 1390), il dit : « *On avait sous les yeux quelque chose d'analogue à l'aspect que présente la genèse* « *des spores*, AU MOYEN DE GRANULATIONS PLASMATIQUES, *dans l'intérieur d'une thèque de disco-* « *mycète*. » Il ajoute : « qu'il s'agissait de mycodermes ou de conidies de mucor progressive- « ment envahies par des bactéries (parasites), et dont la membrane disparaissait, soit par « l'accumulation de ces bactéries, soit par la destruction qu'elles peuvent opérer de l'enve- « loppe cellulaire. »

Je prie M. de Seynes de vouloir bien se rappeler que des bactéries toutes faites, se multipliant par scissiparité ou gemmation, ne ressemblent nullement à des granules plasmatiques se transformant en spores. Il semble avoir eu sous les yeux un cas analogue à ceux dans lesquels j'ai cru voir les *Amylobacter* naître de la cellule même qui les portait.

Dans sa Note de lundi dernier, M. de Seynes avoue « avoir reconnu, comme M. Trécul, et par d'autres procédés, la filiation de la levûre et des mycodermes (*voir* p. 114 de ce volume). » C'est donc là un point établi! Mais M. de Seynes nie la filiation des bactéries, des levûres et du *Penicillium*, et il s'appuie de l'autorité de M. de Bary.

Je ferai observer à M. de Seynes que pour voir un phénomène, il faut se placer dans les circonstances dans lesquelles il se produit. J'ai dit avoir vu : d'une part, la transformation des

bactéries en levûre alcolique pendant d'énergiques fermentations, qui s'accomplissaient dans des vases de 15 à 45 grammes bien clos, avec des bouchons de fin liége qui avaient subi un quart ou une demi-heure au plus d'ébullition dans l'eau, et ensuite abandonnés à la dessication pendant un mois ou six semaines, pour que celle-ci achevât de tuer les mycélium que la coction n'aurait pas fait mourir, protégées qu'ils sont par le liége (1); d'autre part, j'ai observé le passage des spores du *Penicillium* à la levûre dans du moût de bière bouilli, etc., qui était contenu aussi dans des flacons fermés de même.

Que fait M. de Seynes? Il se place dans des conditions diamétralement apposées. Il dépose des pellicules de *Penicillium crustaceum* sur des vases à fond plat, couvre ce *Penicillium* de lames de verre pour le maintenir au fond des vases, verse par-dessus du moût de bière qui a bouilli. ou une solution sucrée, et attend ainsi, en vain bien entendu, le résultat.

Que M. de Seynes veuille bien se placer dans des conditions plus favorables, et il réussira. Puisqu'il a déjà vérifié la filiation de la levûre et des mycodermes, il ne lui sera pas difficile de s'assurer du passage de ceux-ci au *Penicillium*, s'il opère aussi dans de bonnes conditions.

Conclusions. — La solution de l'important problème débattu devant l'Académie est bien simplifiée, comme on le voit par ce qui précède, puisqu'il ne s'agit plus que de décider les deux points essentiels qui suivent :

1° Que, suivant Mme Lüders, partant d'un point établi par Gay-Lussac et par M. Pasteur, une solution organique albuminoïde (du bouillon de bœuf, par exemple), suffisamment chauffée à 160 degrés, est envahie par des bactéries, quand on la place avec une matière organisée, non chauffée, dans des vases pourvus à leur embouchure d'un tube recourbé, et disposés dans un bain entretenu à 30 ou 40 degrés, tandis que l'on n'obtient pas de bactéries dans les vases de contrôle qui ont reçu le même liquide suffisamment chauffé, et pas de matière organisée (2).

Mme Lüders admettant l'existence de bactéries ou de germes bactériens tout formés dans toutes les matières organisées, il faut constater :

2° Que, suivant moi, il est facile de reconnaître dans maintes circonstances, à l'aide de la macération, la transformation du latex ou des granules plasmatiques en *Amylobacter* ou *bactéries amylacées* dans des cellules végétales fermées et à parois souvent fortement épaissies, comme celles des fibres du liber.

Mme Lüders ayant trouvé que ces bactéries se colorent fréquemment en rouge ou en violet par l'iode seul, et en bleu foncé par l'addition de l'acide sulfurique (*Bot. Zeit*, t. XXIV, p. 34), je crois devoir faire remarquer, en terminant, que le premier Mémoire de Mme Lüders est de 1866, tandis que ma première communication à l'Académie sur les *Amylobacter* est de 1865 (voir *Comptes-rendus*, t. LXI, p. 432). »

M. Fremy demande la parole et s'exprime ainsi :

Pour éviter tout malendu dans la discussion qui s'engage devant l'Académie sur les fermentations, je tiens à préciser nettement les points principaux qui me séparent de M. Pasteur.

Les poussières contenues dans l'air peuvent-elles produire des moisissures en tombant dans certains milieux? Ce fait me paraît incontestable; il avait été établi avant les recherches de M. Pasteur, mais notre confrère a certainement ajouté d'excellentes démonstrations à celles que l'on possédait déjà.

Sur ce premier point, je n'ai donc point de difficulté sérieuse avec M. Pasteur.

Les moisissures ont-elles souvent une autre origine que celle qui vient d'être rappelée? Je le crois, et ici M. Pasteur se trouve en contradiction avec des physiologistes éminents; quant à moi, je n'ai pas à intervenir dans cette partie de la discussion, qui appartient exclusivement aux sciences naturelles, et je ne voudrais pas m'exposer au reproche d'incompétence que M. Pasteur ne manquerait pas de m'adresser.

---

(1) De tels bouchons, s'ils n'ont pas bouilli plus longtemps, sont très-élastiques, ferment très-bien et ne donnent lieu à aucune végétation. (*Voir* ce que j'ai dit de ces végétations au tome LXVII, p. 362 et suiv.)

(2) C'est l'expérience de M. Pasteur, dans laquelle on remplace les poussières de l'air par les matières organisées les plus diverses. On doit reconnaître toutefois que cette simple substitution est d'une importance capitale, puisqu'elle démontre l'inutilité de l'intervention des prétendus germes venus de l'atmosphère.

Mais je repousse complétement les théories de M. Pasteur, lorsque notre confrère applique aux fermentations ses expériences relatives aux moisissures, et qu'il veut faire dériver les fermentations alcoolique, lactique, butyrique, etc., de germes de ferments qui existeraient dans l'air.

J'affirme qu'il n'existe aucune expérience rigoureuse démontrant dans l'air la présence de ces êtres invisibles et insaisissables que M. Pasteur appelle les *germes de ferments*; et qu'en outre rien ne prouve que les fermentations soient en rapport avec le développement physiologique de leurs ferments.

Il est un autre point sur lequel je tiens aussi à m'expliquer avec M. Pasteur. Notre confrère aime à dire dans ses Mémoire sur les fermentations, et il a répété dans sa dernière note, que *pour ses contradicteurs la fermentation est un phénomène corrélatif de la mort, tandis qu'il est pour lui corrélatif de la vie.*

Dans le Mémoire que je prépare, je prouverai que ces expressions, quelque peu dramatiques, ne s'appliquent en aucune façon aux opinions que j'ai toujours professées sur les fermentations.

Je soutiens, au contraire, que les ferments sont des agents que l'organisme crée selon ses besoins, tantôt pour modifier des corps comme l'amidon, tantôt pour détruire des sucs ou des tissus organiques, et rendre leurs éléments à l'air; seulement, au lieu de faire intervenir, comme M. Pasteur, dans la formation des ferments, l'influence de germes atmosphériques que personne ne connaît, que personne n'a vus et dont personne n'a prouvé l'existence, j'admets, avec un grand nombre de savants dont je rappellerai les travaux dans mon mémoire, que les ferments organisés, comme la levûre de bière, sont de véritables cellules qui se produisent *directement*, sous l'influence de l'organisme même, comme toutes les cellules organisées, comme le pollen, comme les grains aleuriques, etc., sans dériver de germes atmosphériques : et cependant leur développement exige, comme celui de la levûre, le concours de l'air. La théorie de M. Pasteur le conduit fatalement à faire dériver de germes atmosphériques tous les corpuscules organisés qui se trouvent dans les êtres vivants.

J'espère donc que dorénavant entre M. Pasteur et moi il ne sera plus question de *phénomènes corrélatifs de la vie et de la mort*, ni même de *moisissures*, et que nous discuterons simplement sur la formation et le rôle des ferments.

L'Académie sait que je tiens essentiellement à ne pas passionner le grave débat qui s'agite devant elle; aussi n'ai-je adressé aucune réponse aux phrases suivantes, que j'ai trouvées dans la dernière note de M. Pasteur :

La question de M. Fremy est absolument sans valeur..... M. Fremy me prête gratuitement certaines hérésies..... Je considère comme erronées, *autant qu'il est possible de le dire*, les assertions de M. Fremy... M. Fremy n'a produit que des opinions surannées..... M. Fremy confessera-t-il ses erreurs si..... Jamais M. Fremy n'a donné la moindre preuve de ses assertions, et toutes mes expériences protestent contre leur exactitude.

Ces reproches sont bien durs, et il me serait facile de démontrer que je ne les ai pas mérités : mais comme dans une pareille discussion les faits seuls ont de l'importance, pour répondre à M. Pasteur, je me contente de disposer en ce moment des expériences nouvelles, dont je ferai connaître bientôt les résultats, et je répète celles que j'ai faites il y a trente années sur la fermentation lactique.

Sur la nature et l'origine des ferments (1).

Réponse de M. Pasteur à la note de M. Fremy.

Il y a dans la note de M. Fremy deux parties très-distinctes, l'une qu'on peut appeler *plus ou moins dramatique,* pour employer une expression de M. Fremy; elle occupe presque toute l'étendue de la note de notre confrère, mais elle n'a rien de scientifique, et je n'en parlerai pas. Je passe donc sous silence *la protestation contre les paroles* si justes *de M. Balard* (2), *la dou-*

---

(1) *Comptes-rendus*, 22 janvier, p. 209.

(2) Nous n'avons pas cru devoir reproduire le hors-d'œuvre ridicule de M. Balard, auquel fait allusion M. Pasteur, et, dès lors, nous avons dû supprimer également la réponse qu'y a faite M. Frémy.

loureuse surprise qu'en a éprouvée M. Fremy, la révélation qui nous est faite *que la science expérimentale est appelée encore à jeter de vives lumières sur l'origine et le rôle des ferments*, l'exhortation adressée aux savants qui étudient les fermentations *de n'éprouver aucun découragement, de continuer et de compléter leurs recherches*, et encore cette étrange déclaration, que leur fait parvenir M. Fremy par la voie des *Comptes-rendus, qu'ils trouveront toujours à l'Académie des sympathies pour leurs travaux et des voix indépendantes pour en faire ressortir l'importance.* Tout cela est un peu de la mise en scène qui ne mérite pas qu'on s'y arrête. Je vais donc droit aux propositions de M. Fremy qui intéressent le fond du débat.

M. Fremy commence par déclarer qu'il ne veut pas entendre parler de l'origine des moisissures, mais seulement des ferments et de leur rôle : soit. M. Fremy, il est vrai, ne donne aucune raison sérieuse de sa préférence, et quant à moi, je ne veux pas profiter de tout ce que m'accorde ce silence obligé. M. Fremy verra tout à l'heure ce que valent ces réticences quand elles ne s'appuient que sur de simples opinions.

Conformément au désir déjà plusieurs fois exprimé de M. Fremy, je ne parlerai que des ferments, et, pour mieux fixer les idées, de la fermentation à laquelle M. Fremy a fait le plus souvent allusion, c'est-à-dire de la fermentation alcoolique du moût de raisin.

M. Fremy s'exprime ainsi (séance du 18 décembre dernier) :

« Pour ne parler ici que de la fermentation alcoolique, j'admets que, dans la production du vin, c'est le suc même du fruit qui, au contact de l'air, donne naissance aux grains de levûre par la transformation de la matière albumineuse, tandis que M. Pasteur soutient que les grains de levûre ont été produits par des germes. »

Dans sa note du dernier *Compte-rendu*, M. Fremy précise un peu plus sa pensée et il dit « que les grains de levûre sont de véritables cellules qui se produisent sous l'influence de « l'organisme même, comme toutes les cellules organisées, comme le pollen, comme les « grains aleuriques, etc., sans dériver de germes atmosphériques, et cependant leur déve« loppement exige le concours de l'air. »

Telles sont les propositions de M. Fremy, hypothèses purement gratuites, on le voit. Nulle part, M. Fremy n'a donné la moindre preuve de ses opinions ; il y a même dans leur expression quelque incertitude : ainsi, on vient de voir par les deux citations précédentes que, pour M. Fremy, la matière albumineuse se transforme directement en levûre (première citation), ou bien les cellules de levûre se produisent directement sous l'influence de l'organisme (deuxième citation). Comme il importe extrêmement qu'il n'y ait pas d'équivoque, je vais poser la question à mon tour.

Si les cellules de levûre viennent du jus du raisin après qu'il a été exposé à l'air, et non des germes qui sont en suspension dans l'air ou à la surface des grains, ce qui est ma manière de voir, il faut qu'en écrasant des grains de raisin au contact de l'air privé de germes quelconques, il faut, dis-je, dans l'hypothèse de M. Fremy, que la bouillie de ces grains écrasés fermente, ou donne tout au moins naissance à des productions organisées. Est-ce bien là ce que pense M. Fremy ? Quant à moi, je n'ai pas besoin d'ajouter que, dans mon opinion, il est impossible qu'il y ait fermentation ou formation de productions organisées dans les conditions que j'indique. Avant d'aller plus loin, j'attends le jugement de M. Fremy.

M. Fremy ne voulant pas me répondre, séance tenante, j'ajoute que l'expérience dont je parle est faite et qu'elle donne le résultat que j'indique.

Ma réponse aux notes de M. Fremy pourrait se borner à cette réfutation péremptoire de son hypothèse; car s'il est impossible à notre savant confrère, en présence de l'expérience que j'invoque, de maintenir plus longtemps sa manière de voir, quoi de plus évident que la théorie des germes pour expliquer l'origine des êtres microscopiques, puisque M. Fremy ne nie plus aujourd'hui et ne saurait nier l'existence des germes organisés en suspension dans l'air ou répandus à la surface des objets ? Mais je veux aller plus loin. Je veux prendre sur la pellicule du grain de raisin ou dans l'air le germe organisé de la levûre, le placer dans le jus de raisin, sous le microscope, et le voir s'organiser en levûre alcoolique du raisin. Rien n'est plus simple aujourd'hui, et je puis ajouter que je l'ai fait et publié depuis l'année 1862, et que mon élève et ami, M. Duclaux, l'a fait avec un grand succès, en 1865, pour une foule

de germes en suspension dans l'atmosphère. Toutefois, il était resté dans mon esprit une légère incertitude.

Les cellules que j'avais vues se multiplier sous mes yeux étaient-elles bien réellement la levûre propre désignée sous le nom de levûre de bière, c'est-à-dire celle qui a servi jadis aux mémorables expériences de Lavoisier? Mes doutes étaient fondés. Je sais aujourd'hui, avec une entière certitude, qu'il n'existe pas dans le moût de raisin en fermentation une seule cellule de la levûre de bière proprement dite.

Je puis démontrer avec rigueur les quatre propositions suivantes :

1° Le germe de la levûre du raisin est le germe du *mycoderma vini;*

2° La levûre du raisin diffère de la levûre de bière proprement dite (celle qu'ont eue entre les mains Lavoisier, Gay-Lussac, Thenard, Cagnard-Latour), à tel point qu'il n'y a pas une seule cellule de cette levûre de bière dans la cuve de vendange ;

3° La levûre du raisin est identique à la levûre de bière à fermentation basse des bières dites *allemandes;*

4° Le germe du *mycoderma vini* est un des germes les plus répandus dans l'atmosphère, particulièrement au printemps et dans l'été. Ce mycoderme a deux modes de vie essentiellement distincts : MOISISSURE, il s'empare de l'oxygène de l'air, le fait servir à l'assimilation des matériaux de sa nutrition, et le rend à l'état d'acide carbonique; FERMENT, il se développe à l'abri de l'air et devient la levûre alcoolique du raisin.

Et, pour le dire en passant, voilà que M. Fremy, qui ne voulait pas entendre parler de moisissures, s'y trouve ramené forcément par moi, ou mieux par la puissance des faits contre laquelle ne peuvent prévaloir nos faibles conceptions.

Avais-je donc besoin de la nouvelle expériences sur le jus naturel du raisin dont je viens de parler pour corroborer l'exactitude de mes travaux antérieurs et des conclusions que j'en ai déduites? Pas le moins du monde, car, cette même expérience, je l'ai faite en 1863 sur les liquides les plus fermentescibles et les plus propres à nourrir certains organismes microscopiques, le sang et l'urine. Voici un vase dans lequel j'ai introduit, au contact de l'air pur privé de ses germes, du sang, pris directement sur un chien en pleine santé. C'était le 3 mars 1863. Or ce sang n'a éprouvé aucune putréfaction quelconque et n'a fourni aucune production organisée microscopique.

Ni M. Fremy, ni M. Trécul ne paraissent avoir connaissance de mes observations de 1862 et de 1863 que je viens de rappeler.

Ici se termine ce que nous appellerons la première partie de la discussion. Dans la prochaine livraison, nous commencerons la publication des recherches de M. Fremy, celles sur lesquelles il base son opposition à M. Pasteur.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

Séance du 8 janvier (suite). — M. MARTIN DE BRETTES lit un mémoire sur le mouvement des projectiles oblongs dans les milieux résistants. Il y donne l'explication des blessures que les balles oblongues des fusils rayés produisent dans les corps où ils pénètrent. La résistance de l'air fait décrire à ces projectiles un cône autour de leur centre de gravité, et il en résulte des blessures en forme d'entonnoir évasé ; les observations des médecins (par exemple celles des docteurs Bérigny et Chenu) sont d'accord avec ces déductions.

— M. E. ROLLAND adresse un mémoire sur les effets des variations du travail transmis par les machines, et sur les moyens de les régulariser. Parmi les questions dont la solution intéresse la mécanique industrielle se place en première ligne celle de la régularisation de la vitesse dans les machines ; c'est le problème que M. Rolland aborde aujourd'hui. Il passe d'abord en revue les causes qui peuvent faire varier la vitesse, et les moyens d'atténuer l'effet de ces changements. Les organes qui servent à ce but se réduisent aux trois catégories suivantes : distributeurs, qui doivent maintenir invariables les forces agissantes ; modérateur, qui rend

plus lente la variation de la vitesse ; régulateur, qui modifie la puissance quand la vitesse tend à varier. Après ces définitions, M. Rolland pose en ces termes le problème général : « Une machine pourvue d'un régulateur étant en marche régulière, déterminer les variations de la vitesse qui se produiront à la suite d'un changement brusque dans la quantité du travail transmis. » La solution n'est guère possible qu'en limitant la question, en faisant abstraction de la période pendant laquelle le régulateur est en mouvement, et en cherchant la variation permanente de la vitesse correspondant à sa position *finale* d'équilibre.

M. Rolland démontre que l'action du régulateur est intimement liée à la puissance du modérateur ; qu'elle dépend de sa sensibilité et de la rapidité des altérations de la vitesse. Cette dernière donnée s'obtient par l'expérience. Une des conditions les plus essentielles est celle-ci : le modérateur doit être d'autant plus puissant que le régulateur est plus sensible. (Les régulateurs isochrones, trop sensibles avec un modérateur insuffisant, donnent lieu généralement à des oscillations périodiques de la vitesse.)

Jusqu'ici, la théorie des régulateurs ne s'est pas préoccupée de l'élasticité des organes ; c'est une lacune que M. Rolland a tenu à combler. Il fait une application de sa théorie au système formé de deux roues montées sur le même arbre. On comprend l'utilité que peuvent avoir les considérations de cette nature pour la combinaison rationnelle des éléments des machines.

— M. Boussinesq adresse une note sur les lois des ondes lumineuses.

— M. Valson communique un travail sur une relation entre les actions capillaires et les densités dans les solutions salines. Il s'agit toujours ici de « solutions normales, » qui renferment 1 équivalent de sel anhydre, en grammes, dissous dans 1 litre d'eau. M. Valson trouve que *le produit de la densité par la hauteur capillaire est sensiblement constant*, c'est-à-dire compris entre 61.5 et 62. Exemples :

Métaux.	Chlorures.			Iodures.			Sulfates.			Azotates.		
	H.	D.	HD.	H.	D.	HD.	H.	D.	HD.	H.	D.	HD.
Lithium (équiv. 7).	60.8	1.023	62.1	56.8	1.087	61.7	59.6	1.043	62.1	59.8	1.036	61.9
Sodium (23).......	59.7	1.040	62.1	55.7	1.104	61.5	58.5	1.060	62.0	58.7	1.053	61.8
Potassium (39).....	59.4	1.045	62.0	55.4	1.109	61.5	58.2	1.065	62.0	58.4	1.058	61.8
Cadmium (56).....	57.2	1.078	61.8	53.2	1.142	60.7	56.0	1.098	61.5	56.2	1.091	61.7
Baryum (69).......	57.0	1.088	62.0	....	.....	....	....	.....	....	56.0	1.101	61.6
Argent (108).......	....	.....	....	....	.....	....	....	.....	....	54.2	1.133	61.7

Le poids d'une solution normale soulevé dans un même tube capillaire s'obtient en multipliant par HD la section du tube ; ce poids est donc constant. Pour un tube d'un calibre de 1/2 millimètre, le poids soulevé est de 12 milligrammes. Le tableau montre d'ailleurs que l'on peut établir cette relation approchée :

$$H = 118.5 - 56.8\ D,$$

qui peut s'énoncer ainsi : l'accroissement de la hauteur capillaire est proportionnel à la diminution de la densité. Ces formules prouvent qu'il existe une corrélation entre les densités et les propriétés capillaires des solutions.

— On donne lecture de deux lettres adressées par M. Janssen, et datées de Sholour, dans les Nilgherris. — M. Janssen y rend compte des voyages préliminaires dans l'Inde, qu'il a faits en vue du choix d'une station pour l'observation de l'éclipse du 12 décembre. Il a d'abord visité Ceylan, où il a trouvé un ciel brumeux en décembre, du moins dans la partie nord de l'île. Dès lors, il était préférable d'observer sur le continent. De la côte malabare, M. Janssen s'est dirigé vers le massif central des Nilgherris, dont il a étudié les conditions climatériques, qui lui ont paru excessivement favorables. Ses prévisions n'ont pas été trompées ; l'observation a parfaitement réussi.

— MM. Troost et Hautefeuille adressent une note concernant l'action de la chaleur sur les oxychlorures de silicium. Ils ont établi que, sous l'influence de la chaleur, l'oxygène peut déplacer une partie du chlore du bichlorure de silicium et donner naissance à de nombreux oxychlorures, dont ils exposent aujourd'hui les propriétés chimiques. En comparant les résultats de leurs expériences aux faits déjà connus, on est frappé de l'analogie que les transformations constatées de ces oxychlorures présentent avec les phénomènes où M. Berthelot

produit, par l'action de la chaleur, des hydrogènes carbonés des condensations les plus variées.

— M. J.-C. de Seynes communique une note sur les prétendues transformations des bactéries et des mucédinées en levûre alcoolique. Depuis six ans, il cultive des bactéries des levûres, des *mucor*, des *penicillium*, etc., sans jamais avoir surpris les transformations annoncées par M. Hallier (Jéna), et admises en partie par M. Trécul. D'ailleurs, M. de Bary (qui vient d'accepter une chaire à l'Université de Strasbourg) n'avait pas été plus heureux que M. de Seynes. Le plasma du penicillium peut se diviser en granulations, mais ces granulations ne passent jamais à l'état de bactérie. M. de Seynes fait encore remarquer le désaccord des observations de M. Trécul et de M. Béchamp ; ce dernier n'a d'ailleurs fait que reproduire la théorie de M. Pineau (*Annales des sciences naturelles*, 1845).

— M. Béchamp revient, de son côté, sur le développement des ferments alcooliques et autres dans les milieux fermentescibles, sans l'intervention directe des substances albuminoïdes. Il réfute les objections de M. Liebig, qui veut qu'un ferment alcoolique ne puisse pas naître dans un milieux sucré, sans l'addition préalable d'une matière protéique, et il rapporte le détail d'une suite d'expériences faites de 1863 à 1869, qui confirment ses résultats de 1858. Les moisissures, nées des microzymas de l'atmosphère, fonctionnent d'abord comme appareils de synthèse comparables aux autres végétaux, forment la matière organique de leurs tissus à l'aide des matériaux ambiants dont elles peuvent disposer, et consomment ensuite la matière fermentescible qu'on leur offre, si elles en sont capables. L'expérience de M. Pasteur, contestée par M. Liebig, serait donc essentiellement vraie, d'après M. Béchamp ; la levûre ensemencée par M. Pasteur pourrait se multiplier.

— M. Berthelot communique la suite de ses théories sur l'état des corps dans les dissolutions. Il s'agit toujours des sels de peroxyde de fer. En résumé, l'acide fort prend la base forte de préférence, absolument comme avec les sels ammoniacaux, les sels de zinc, de cuivre, de plomb, etc. La force relative des acides est ici définie par leurs déplacements réciproques, lesquels sont attestés par les variations positives ou négatives du thermomètre.

— M. S. de Luca a fait l'analyse d'un alun complexe obtenu de l'eau thermo-minérale de la Solfatare de Pouzzoles. Les cristaux d'alun renferment près de 37 parties d'acide sulfurique, 41 parties d'eau, 11 d'ammoniaque, 6 ou 7 parties d'alumine, etc.

— M. D. Tommasi étudie l'action de l'iodure plombique sur quelques acétates métalliques.

— M. Dubrunfaut adresse une note sur l'acide carbonique considéré comme comburant du carbone en présence de l'eau. On admet généralement que l'hydrogène réduit l'acide carbonique des carbonates à une haute température, et qu'il en résulte de l'oxyde de carbone et de l'eau ; M. Dubrunfaut a obtenu une réduction plus ou moins complète en *carbone* et en eau. On admet encore qu'en faisant passer un courant d'acide carbonique sur du charbon chauffé au rouge, on le transforme en oxyde de carbone. M. Dubrunfaut trouve que le carbone n'est pas plus brûlé par l'oxygène de l'acide carbonique pur et sec, qu'il ne l'est par l'oxygène pris à cet état dans l'oxyde de cuivre ; c'est l'intervention de l'eau qui lui paraît nécessaire pour expliquer les effets observés par les chimistes. Tout cela se rattache aux faits exposés dans la note du 11 décembre. M. Dubrunfaut pense avoir éclairé par ces faits les côtés obscurs de la théorie métallurgique de MM. Le Play et Laurent, comme aussi de l'expérience de J. Hall sur la fusion du carbonate calcaire sans décomposition chimique. M. Dubrunfaut est donc plus que jamais convaincu que chaque mètre cube d'un gaz qu'on croit avoir desséché retient encore 5 grammes d'eau « dans un état que la science est impuissante à définir, » et à une tension incommensurable.

— M. Dumas ne croit pas pouvoir laisser passer cette note sans protestation. Il donne à entendre que les conclusions de M. Dubrunfaut lui paraissent absurdes. « L'ensemble des travaux qui, depuis quarante ans, ont renouvelé les bases de la science, tout cela serait remis en question par M. Dubrunfaut..... Pour être autorisé à contester des données acceptées par la confiance générale, suffit-il d'une pure hypothèse conduisant à admettre l'existence d'une eau abstraite, métaphysique, formée des mêmes éléments que l'eau concrète qui nous est connue, mais privée de toutes les qualités qui la caractérisent ? »

— M. C. Dareste a découvert l'existence de l'amidon dans les testicules. Il avait déjà

trouvé une matière comparable à l'amidon dans l'œuf des oiseaux, où s'observent trois générations de granules amylacés (la première dans l'ovule encore contenu dans l'ovaire, la seconde dans les globules du jaune, la troisième dans les cellules des appendices de la vésicule ombilicale); il a réussi à constater les mêmes granules dans les cellules qui tapissent la paroi interne des canaux seminifères des oiseaux, en dehors de l'époque de reproduction. Ces granules sont très-petits, les plus gros mesurent un demi-centième de millimètre. M. Wagner en avait signalé l'existence, sans toutefois en déterminer la nature; ils disparaissent lorsque les spermatozoïdes se produisent dans les testicules. On sait que l'amidon existe aussi dans les grains de pollen et dans les vésicules qui accompagnent les anthérozoïdes des plantes cryptogames.

— M. J.-E. Planchon a étudié un arbre de Chine de la famille des ulmacées, l'orme épineux (*Hemiptelea Davidii*), découvert dans la Mongolie orientale par M. l'abbé David. Cette espèce paraît former une transition entre deux genres connus : l'*ulmus* et le *zelkova* (*planera* de l'ancien monde).

— M. Magnan combat vivement les opinions émises par M. Cayrol dans ses deux notes sur le terrain crétacé inférieur de la Clape et des Corbières.

— M. Stanislas Meunier s'occupe des types de transition parmi les météorites. Il établit qu'il est difficile de définir nettement les types lithologiques parmi les météorites ; les transitions sont souvent insensibles, on peut d'ailleurs produire artificiellement des formes de passage par l'action de la chaleur. Tout cela plaide en faveur de l'hypothèse d'une communauté de gisements des divers types.

Séance du 15 janvier. — On annonce la mort de M. Combes, membre de la section de mécanique, décédé le 11 janvier.

— M. Dumas prend la parole pour répondre à M. Dubrunfaut, qui a porté une main sacrilége sur des théories généralement admises comme exactes. M. Dumas se borne à réfuter les assertions de M. Dubrunfaut; il donne les détails d'une expérience qui prouve de la manière la plus évidente que le charbon brûle dans l'oxygène *parfaitement sec* (M. Dubrunfaut prétendait que le concours de l'eau était indispensable). Après avoir lu la description du procédé de M. Dumas, on demeure en effet convaincu qu'il a raison, et que M. Dubrunfaut s'est trop avancé.

— M. Chevreul remercie M. Dumas d'avoir rétabli les faits dans leur vrai jour ; puis, il entre dans une série de généralités sur la « vraie méthode » et le « vrai savant, » où perce le désir de faire comprendre à M. Dubrunfaut la légèreté et l'étourderie de sa critique.

— M. Henri Sainte-Claire Deville revient sur la question des hautes températures et de la température du soleil. Il cherche d'abord à définir la notion des températures. Il démontre ensuite que les températures ne peuvent être exprimées qu'en volumes d'air, et que les enveloppes où l'air peut être renfermé ne permettent pas d'aller au-delà de 1554 degrés, car à cette température la porcelaine se ramollit déjà, et les métaux sont perméables à des températures beaucoup moins élevées. Sait-on seulement si à des températures aussi élevées que 10,000 degrés, par exemple, il ne se produirait pas des phénomènes de dissociation qui changeraient les lois de la dilatation de l'air ? Il en est ainsi pour l'acide carbonique et pour l'eau ; nous ne savons pas si l'hydrogène lui-même n'est pas un corps composé qui peut se dissocier et par là changer de volume. Avant que l'on connût les phénomènes de dissociation, on calculait les températures de combinaison des corps en divisant par le poids et la chaleur spécifique du composé la chaleur des combinaisons des éléments; on arrivait ainsi à 6,800 degrés pour la chaleur de combustion de l'hydrogène ; MM. Deville et Debray l'ont trouvée égale à 2,500 degrés seulement. La raison de ce désaccord, c'est que l'eau est à moitié dissociée dans la flamme du chalumeau, et que sa tension de dissociation est la moitié de la tension de l'air ambiant. Cet exemple doit nous rendre prudents dans nos conclusions.

Supposons une machine à vapeur établie sur des fondations peu stables, qui entrent en trépidation pendant qu'elle travaille ; on pourrait imaginer qu'en augmentant la pression de la vapeur il fût impossible de dépasser une certaine vitesse du volant, l'excès de force vive

étant dépensé en vibrations des fondements. C'est ainsi qu'il pourrait y avoir une limite de température que par la combinaison chimique on ne pût jamais dépasser.

La difficulté de mesurer les températures élevées par la pression des gaz confinés est aussi grande que celle de les obtenir pour la dilation des gaz, même lorsqu'on emploie les eudiomètres. En résumé, parler de températures excessives et de leur mesure, c'est supposer que les gaz sont infiniment dilatables ou compressibles par la chaleur, ce qui n'est pas démontré ; ou bien, ce qui l'est encore moins, qu'il n'y a pas de limite à la température produite par les combinaisons chimiques. Il est probable que les températures que nous pouvons produire ne sont pas beaucoup dépassées dans la nature.

On parle toujours de la *surface* de l'atmosphère solaire, comme si cette atmosphère se terminait brusquement par une couche incandescente; on néglige l'influence de la couche, peut-être fort étendue, de la matière solaire obscure qui doit se superposer à la couche incandescente; nous ne connaissons pas les effets du rayonnement solaire pris en bloc. Toutefois les raies de l'hydrogène que l'on découvre dans le spectre de certains points du soleil, se retrouvent dans la flamme de l'hydrogène soumis à une forte pression (Franckland) ; si on déterminait la température de cette flamme, on aurait par induction la température des points du soleil qui émettent ces raies. M. Deville pense qu'elle ne différerait pas sensiblement de 2500° (température observée par lui et par M. Debray) ou de 2800° (température de combustion constatée par M. Bunsen.)

— M. Delaunay s'occupe des variations séculaires des moyens mouvements du périgée et du nœud de la lune. Il a pu compléter ses recherches et pousser plus loin l'approximation.

— M. Résal donne les équations du mouvement vibratoire d'une lame circulaire, et une solution partielle du problème.

— M. J. Carvallo adresse deux notes sur la théorie de l'élasticité et sur un problème de cinématique (un mobile dans un cône). Il pose sa candidature à l'une des places vacantes dans la section de mécanique... Peste !

— M. Trécul présente quelques réflexions sur l'hétérogénèse, qui lui sont suggérées par les expériences et les opinions de divers observateurs contemporains. Il rappelle d'abord le procédé Appert et l'observation de M. Pasteur, d'après laquelle une température de 100 ou 110 degrés tuerait les germes de vibrions dans le lait. Cette température ne produirait-elle pas simplement une altération de la matière albuminoïde. M. Wyman a trouvé récemment des matières organiques plus résistantes, puisque du bouillon de bœuf porté à 100 degrés pendant deux heures a encore donné des infusoires. Ses expériences sont favorables à l'hétérogénèse, quoi qu'en dise M. H. Hoffmann, car on ne saurait admettre que des êtres vivants résistent à une coction de quelques heures. M. Trécul insiste aussi beaucoup sur les expériences de Mme Lüders, qui lui paraissent concluantes en faveur de l'hétérogénèse, bien que Mme Lüders ne les interprète pas dans le même sens. Il accuse M. Hoffmann et M. de Seynes de nier l'évidence, d'attribuer la production des bactéries à des germes tombés de l'air même dans les expériences où toutes les précautions étaient prises contre l'introduction de ces germes, et de ne pas les attribuer à l'air, quand même ces précautions étaient négligées, toujours suivant les besoins de leur théorie préconçue.

— M. Balard prend la parole pour rappeler les expériences de M. Pasteur, auxquelles il assistait comme membre de la commission académique.

— M. Frémy à son tour affirme qu'il n'existe aucune expérience rigoureuse qui démontre l'existence des germes dans l'air. Si M. Pasteur dit que la fermentation est pour ses contradicteurs un phénomène *corrélatif de la mort*, tandis qu'il est pour lui *corrélatif de la vie*, ces expressions « quelque peu dramatiques » ne s'appliquent pas aux opinions professées par M. Frémy. Ce dernier soutient que les ferments sont des agents que l'organisation crée selon ses besoins, pour modifier l'amidon et pour détruire des sucs ou des tissus. Il est d'ailleurs en train de répéter ses anciennes expériences et d'en faire de nouvelles; c'est sa seule réponse aux attaques violentes de M. Pasteur et à la phrase de M. Balard « que ceux qui contestent les travaux de M. Pasteur font reculer la science de plusieurs années. »

— M. Blanchard s'étonne qu'on puisse contester la dissémination des germes dans l'air;

les micrographes l'ont constatée cent fois. Il suffit de placer à l'air deux bocaux avec de l'eau et des débris de plantes, l'un couvert, l'autre découvert ; on verra bientôt les vibrions pulluler dans ce dernier, tandis que le premier en sera resté exempt.

— M. Béchamp s'étend sur la cause de la fermentation alcoolique par la levûre de bière et sur la formation de la leucine et de la tyrosine dans cette fermentation.

— M. Faye dit qu'une lettre qu'il a reçue de M. Heis confirme ce qu'il avait dit concernant les points de radiation des étoiles filantes. M. Heis annonce en même temps l'apparition prochaine de son *Uranométrie du ciel boréal*, dont la publication coïncidera avec celle de l'*Uranométrie du ciel austral* par M. Gould; on y trouvera les étoiles visibles à l'œil nu (jusqu'à la septième grandeur).

— M. Becquerel lit un rapport sur divers mémoires de M. W. de Fonvielle, concernant des projets d'observations à effectuer dans les ascensions aérostatiques. On conseille à M. de Fonvielle d'exécuter son plan, mais en faisant usage de méthodes très-précises, qui peuvent seules donner de la valeur aux résultats.

— M. Janssen, dans une lettre datée de Sholour, 19 décembre, expose les conclusions que l'on peut tirer de ses observations sur l'éclipse totale du 12 décembre. Le spectre de la couronne s'est montré fort complexe (raies brillantes et raies obscures); il est certain qu'il y a, dans le voisinage du soleil, de la matière cosmique indépendante, et qu'en outre une atmosphère très-raréfiée s'étend beaucoup au-delà des protubérances. La ténuité de cette atmosphère explique qu'elle n'arrête pas les comètes qui passent tout près du soleil. (Mais la matière des comètes n'est-elle pas elle-même d'une ténuité extraordinaire ?)

— M. M. Lévy établit le théorème suivant : une surface quelconque et sa focale se coupent toujours à angle droit.

— M. Catalan réclame contre la note du général Didion sur le rapport de la circonférence au diamètre.

Nous avons déjà dit que le général Didion avait enfoncé une porte ouverte.

— M. Ciotti vient réclamer la priorité de l'idée de faire servir une lame vibrante comme propulseur, priorité que M. de Tastes ne lui avait aucunement contestée, comme nous l'avons déjà dit (séance du 11 décembre 1871).

— M. Sidot a constaté que le fer, l'argent, l'aluminium, s'électrisent et donnent des étincelles, lorsqu'on les agite dans un matras de verre avec du sulfure de carbone; c'est une électrisation par frottement. L'argent s'électrise le mieux, puis vient l'aluminium, enfin le fer; d'autres métaux, comme le zinc, la platine, le cuivre, n'ont donné aucun résultat. L'électricité dégagée sur le verre est positive.

Il paraît aussi qu'à la longue la lumière décompose le sulfure de carbone, et qu'il se dépose une matière rouge floconneuse.

— MM. J. Lucas et A. Cazin communiquent de nouvelles recherches sur la durée de l'étincelle électrique. Cette durée dépend de la surface du condensateur, de la distance explosive, et de la résistance du circuit. Ces trois influences sont exprimées par une formule bien compliquée. Les durées observées varient entre 3 et 40 millioniémes de seconde.

— MM. L. Dusart et Ch. Bardy avaient annoncé que le phénol se comporte comme un alcool ; que, chauffé avec le chlorhydrate de phénylamine, il s'y combine comme un alcool ordinaire, et que cette réaction est aidée par l'addition d'acide chlorhydrique. Ils ont trouvé que, dans les mêmes conditions, le phénol réagit sur le chlorhydrate d'ammoniaque et produit de la phénylamine. Toutes ces réactions se rattachent à la méthode générale employée d'abord par M. Thénard dans ses recherches sur les alcaloïdes phosphorés.

— MM. Ed. Mathieu et V. Urbain ont étudié les gaz du sang; ils ont fait des expériences sur les circonstances qui en font varier la proposition dans le sytème artériel. Ainsi le sang artériel renferme plus d'oxygène quand la température animale s'élève, et moins lorsqu'elle s'abaisse. Ce changement semble dépendre uniquement de la fréquence des respirations. L'action du chloroforme et de la morphine ralentit la respiration et diminue l'oxygène. Le sommeil physiologique consiste donc non-seulement dans une anémie cérébrale, mais aussi dans l'envoi au cerveau d'un sang moins oxygéné. Les combustions diminuent notablement par une anesthésie prolongée.

— M. Ph. Barbier a produit le cymène par l'hydrate d'essence de térébenthine. Composition du cymène : 89.5 de carbone et 10.5 d'hydrogène.

— M. V. Meyers, dans une lettre datée d'Amsterdam, s'occupe de la réaction qui se produit entre le soufre et la vapeur d'eau, de la synthèse de l'acide sulfhydrique, et de la préparation du zinc pur par l'électrolyse. La décomposition de la vapeur d'eau par le soufre a été découverte par Mulder en 1858; M. Gripon et M. Corenwinder ont répété les expériences. M. Meyers représente cette réaction par la formule

$$3\ H^2O + 4\ S = H^2S^2O^3 + 2\ H^2S;$$

il y a production d'acide hyposulfureux.

— MM. Lion et Diamilla-Muller adressent une note où il est question de l'action des éclipses sur les éléments du magnétisme terrestre. D'après les observations de Greenwich, l'aiguille de déclinaison aurait été en moyenne d'environ deux minutes plus à l'est les jours d'éclipses que les jours ordinaires. Les observations faites pendant les éclipses en Italie s'accorderaient avec ces conclusions.

— M. S. Chantran adresse une note sur la fécondation des écrevisses.

— M. P. Guyot a encore observé un bolide à Nancy, ce qui fournit une demi-page au *Compte-rendu!*

— M. Tarry s'occupe des cyclones; ceux qui descendent de l'Europe vers l'Afrique, éprouvent, dit-il, dans les régions équatoriales, un mouvement de recul qui les fait revenir d'Afrique en Europe chargés du sable du désert.

Séance du 22 janvier. — M. Balard présente une réclamation au sujet du compte-rendu de la dernière séance. M. Fremy, au lieu de reproduire simplement la courte réponse qu'il avait faite à M. Balard, y a substitué un discours pathétique où il prend à partie M. Balard d'une façon toute personnelle, le représente comme l'ennemi du progrès, et se pose à son tour comme un champion généreux des jeunes savants persécutés. M. Balard, ayant appris à l'imprimerie que M. Fremy avait envoyé une longue réponse, a su en même temps qu'il était défendu de la lui communiquer. Il proteste contre ce tour de gobelet. Il n'a jamais eu les pensées que lui attribue M. Fremy. « Mais ces paroles n'arriveront à nos correspondants que dans huit jours, pendant lesquels notre confrère aura joui de son triomphe factice et éphémère. » M. Balard revient ensuite sur ce qu'il avait dit à propos des expériences de M. Pasteur, et termine en conseillant à ce dernier de ne pas répondre. « Je crains, dit-il, que vous n'entriez dans une voie nuisible à vos propres recherches et à votre propre repos en répondant par vos expériences personnelles aux questions spéciales, nombreuses, qui peuvent vous être adressées... Que vos adversaires expérimentent d'abord eux-mêmes, et, quand ils vous apporteront des résultats qui vous paraîtront inexacts, appliquez à les discuter cette logique scientifique sévère dont vous avez le secret. »

— M. Fremy déclare que, pour faire preuve de modération, il ne répondra pas aux « attaques passionnées de M. Balard, » et qu'il commencera prochainement l'exposé de ses recherches sur les ferments.

— M. Pasteur répond à son tour à M. Fremy sur un ton d'ironie amère. Il rappelle ses expériences de 1862 et de 1863, qui, selon lui, sont la condamnation de la théorie de M. Fremy.

— MM. Becquerel père et fils ont continué leurs observations de la température du sol, au Jardin des Plantes, à l'Observatoire de Paris et à Montsouris, à 1 décimètre au-dessous de la surface.

Les moyennes de décembre ont été les suivantes :

A l'Observatoire	2°.2	Au Jardin des Plantes, sol gazonné.	1°.4
A Montsouris.....................	0°.9	*Ibid.*, , sol dénudé..	0°.2

A Montsouris et sous le sol dénudé du Jardin des Plantes, la température est tombée au-dessous de zéro pendant les grands froids de décembre dernier. Ces observations jettent beaucoup de lumière sur la répartition de la chaleur solaire dans les différents sols.

— M. Faye parle des phénomènes que la comète d'Encke a offerts à sa dernière apparition

(novembre dernier). M. Huggins en a examiné le spectre, composé de trois bandes brillantes qui semblent appartenir au carbone. La matière cométaire paraissait s'écouler *vers* le soleil, au lieu d'être repoussée par cet astre. C'est que la comète, à ses nombreux retours, a dû perdre une notable portion de la matière la plus sensible à l'action répulsive du soleil; elle présente déjà des symptômes d'épuisement. Elle a l'air déplumé.

— Le P. Secchi lance sa sixième lettre sur les protubérances solaires. Il donne cette fois des tableaux numériques où les protubérances sont classées d'après leur élévation et d'après la latitude héliographique. Beaucoup de détails minutieux; parmi les conclusions générales, nous citerons les suivantes :

Les éruptions offrent des phases assez régulières : c'est d'abord un cumulus ou dôme qui soulève la chromosphère, puis le sommet monte, des jets se prononcent et sont suivis par des arcs paraboliques de matière incandescente qui retombent sur le soleil; la plus grande partie de la masse soulevée se diffuse dans l'atmosphère solaire, s'y dissout, perd son éclat; enfin il reste un petit jet, dépouillé de son panache, qui s'éteint à son tour. La plus grande hauteur mesurée est de 4 minutes 1/2; les vapeurs d'hydrogène seules arrivent à cette élévation.

— M. Isidore Pierre revient sur les distillations simultanées. Cette fois, il a fait distiller ensemble l'eau et l'iodure butylique (densité, 1.6). L'iodure se dépose au fond de la cornue. Si on chauffe la masse mixte, la température monte à 95 ou 96 degrés, s'y maintient, et la distillation commence. De grosses gouttes d'iodure se détachent et traversent l'eau superposée, puis retombent au fond; chaque goutte est surmontée d'une bulle creuse, petit ballon gonflé qui porte la goutte, de couleur rosée. Quant tout l'iodure a disparu, la température de l'eau qui reste monte à 100 degrés. L'iodure seul bout à 122°.5; on voit que la présence de l'eau abaisse son point d'ébullition de 27 degrés. Sur 100 parties de liquide distillé, l'eau, qui est cependant plus volatile que l'iodure, ne figure que pour 21, l'iodure pour 79; c'est quatre fois plus en volume, six fois et demie plus en poids. Ce rapport paraît indépendant des quantités relatives de liquide.

— M. Henri-Sainte-Claire Deville lit un rapport sur un mémoire de M. Gruner, inspecteur général des mines, relatif à l'action de l'oxyde de carbone sur le fer et ses oxydes. Il s'agit toujours du charbon floconneux qu'on obtient en faisant passer de l'oxyde de carbone sur de l'oxyde de fer à une température basse (400 ou 500 degrés). Le mémoire de M. Grüner, qui renferme beaucoup de faits importants pour l'étude des propriétés du gaz oxyde de carbone, de son action sur le fer et les oxydes de fer, pour la théorie de la fabrication du fer et de la cémentation, paraîtra dans le *Recueil des savants étrangers.*

— M. E. Dubois adresse un mémoire sur le « gyroscope marin. » L'auteur veut appliquer le principe du gyroscope de Foucault et la conservation du plan de rotation à la conduite des navires; le gyroscope remplacera la boussole. Un pareil instrument, installé à bord d'un canot du *Bougainville*, en rade de Brest, a déjà donné des résultats satisfaisants. Le tore, mis en rotation par un système d'engrenages, tourne pendant huit minutes, en faisant de 6 à 8,000 tours par minute; il détermine un plan vertical invariable. Lorque l'on connaît la déviation des compas à un cap de navire, il suffit, pour l'avoir à un autre cap, de mettre le tore en mouvement au moment où l'on vient sur le bord voulu, et de comparer l'angle décrit par l'aiguille du tore à celui qui est indiqué par l'aiguille du compas lorsque le navire a atteint le cap demandé; la différence des angles est la déviation. Une disposition particulière permet d'obtenir la déviation des compas quand on ne connaît pas la première déviation; on se sert pour cela d'un aimant auxiliaire. On lira plus loin les objections élevées par M. Ledieu contre l'appareil proposé par M. Dubois, et la réponse de ce dernier.

— M. Mounier s'occupe du rôle des organes respiratoires chez les larves aquatiques; ces organes fonctionneraient comme chez les autres animaux aquatiques, les trachées ayant un rôle tout différent.

— M. de Jacobi adresse ses recherches sur les courants d'induction produits dans les bobines d'un électro-aimant entre les pôles duquel tourne un disque métallique. L'auteur a répété les expériences de M. Favre, dont les conclusions lui paraissent discutables. M. Favre avait trouvé que le courant de la pile, circulant dans les bobines, n'était point altéré par le

mouvement du disque, et que les courants moléculaires qui produisent le magnétisme de l'aimant restaient constants. M. Jacobi a intercalé un galvanomètre extrêmement sensible dans le circuit formé simplement entre les bobines et l'électro-aimant de l'appareil Foucault, lequel possédait un magnétisme rémanent appréciable. Il a pu constater ainsi que le mouvement du disque exerce une influence sur les pôles voisins de l'électro-aimant et donne lieu à des courants d'induction dans les bobines. La rotation étant accélérée, ces courants sont contraires au courant de la pile qui avait imprimé ou qui imprime à l'aimant son magnétisme. Quand la vitesse devient uniforme, ces courants disparaissent; lorsqu'elle est retardée, ils se renversent et prennent la direction du courant de la pile. Dans les expériences de M. Favre, les effets des courants d'induction se compensent à peu près, et c'est ainsi qu'ils deviennent insensibles.

— M. Boussinesq a étudié la loi géométrique de la distribution des pressions dans un solide homogène et ductile, soumis à des déformations planes. Ses solutions géométriques sont plus simples que les solutions analytiques de M. Maurice Lévy. Il y a aussi dans sa note une remarque intéressante sur les surfaces *isostatiques* de Lamé.

— MM. Prosper et Paul Henry adressent une note sur la construction des cartes célestes très-détaillées. Au foyer d'un télescope de 30 centimètres d'ouverture, ils placent un disque de verre parfaitement plan, coupé diamétralement par un trait noir, et divisé transversalement par des lignes espacées d'un demi-millimètre, ce qui correspond à une minute d'arc. Ces divisions permettent de mesurer rapidement les déclinaisons. Le télescope est placé dans un cabinet noir; un observateur A y suit le mouvement des étoiles et prononce la déclinaison de celle qui va passer derrière le trait noir, après quoi il signale le moment du passage en prononçant la grandeur de l'étoile; un second observateur B, dans une pièce voisine, note d'abord la déclinaison, puis, à l'aide d'une pendule, l'instant du passage à une demi-seconde près, enfin la grandeur de l'étoile. La pendule est construite de telle sorte que *le cadran tourne sous une aiguille fixe;* la lecture des secondes est facilitée par cette disposition. Deux observateurs peuvent ainsi obtenir 500 positions en une heure. — Sous le nom d'*astrographe*, Steinheil avait proposé en 1844 un instrument pour construire rapidement des cartes célestes; les étoiles étaient *piquées* dans une feuille de papier.

— M. Delaunay met sous les yeux de l'Académie une première carte exécutée de cette manière; elle renferme 2,445 étoiles, depuis la 7e grandeur jusqu'à la 13e, dont 1,400 observées deux fois; le gros du travail a été fait en six soirées. MM. Henry ont construit leur télescope eux-mêmes.

— M. J. de Seynes répond à M. Trécul; il s'efforce de prouver que ses conclusions reposent sur des observations suivies et sérieuses.

— M. Rosenstiehl communique une méthode de séparation analytique des deux toluïdines isomères.

— M. Renou signale des erreurs qu'il a découvertes dans l'*Annuaire météorologique de l'Observatoire,* publié par M. Marié-Davy. Son *erratum,* assez long cependant, ne contient, dit-il, « qu'une bien faible fraction des rectifications qu'il aurait fallu faire. Mais il était nécessaire de protester contre cet amas d'inexactitudes, qui pourrait induire beaucoup de personnes en erreur. » C'est ainsi que nous assistons tous les jours à ce duel triangulaire (comme disent les Américains) entre les météorologistes de l'Observatoire, de Montsouris et de l'Association scientifique, qui se disputent le domaine des vents et de la pluie.

— M. Houzeau décrit son *tube ozoniseur,* qui lui permet d'obtenir de l'ozone à un état concentré. C'est un tube abducteur étroit que parcourt un fil de platine et sur lequel s'enroule un autre fil; ces fils communiquent avec une bobine de Ruhmkorff; ils ozonisent l'air qui traverse le tube.

— MM. A. Estor et C. Saint-Pierre ont analysé le gaz du sang à l'aide de procédés perfectionnés. Ils discutent aussi la valeur relative des diverses méthodes connues.

— M. le comte Gaston de Saporta annonce la publication prochaine de son grand ouvrage : *Les plantes fossiles de l'époque jurassique.* Il en résume le contenu.

— M. Brongniart dit que les conclusions de M. de Saporta s'accordent avec les siennes en

ce qui concerne la succession des diverses formes de la végétation pendant les temps géologiques.

— M. E. Liais rappelle ses observations de 1858 sur l'analyse spectrale de la lumière zodiacale et de la couronne des éclipses. Il a soutenu depuis longtemps que la couronne était quelque chose de matériel.

— M. Matthey rend compte d'un essai de pisciculture tenté à Vallorbes, de 1864 à 1870.

Séance du 29 janvier. — M. Serret (qui vient d'être nommé membre du conseil de perfectionnement de l'École polytechnique en remplacement de M. Combes) présente un mémoire sur la théorie du pendule de Foucault. M. Serret commence par rappeler les recherches de Binet, de M. Liouville et de Poinsot, communiquées à l'Académie en 1851, immédiatement après la première publication de Foucault. Poinsot prétendait que le mouvement progressif du plan vertical du pendule était un phénomène géométrique, où les lois de la dynamique n'étaient pour rien; cette opinion fut combattue avec raison par le général Poncelet en 1860. En effet, si l'on rapporte les mouvements terrestres à des axes liés invariablement à notre globle, tout se passe comme si ces axes étaient fixes dans l'espace, pourvu qu'aux forces réelles on adjoigne certaines forces fictives (les *forces centrifuges composées*); on voit que les principes de la dynamique interviennent d'une manière essentielle dans la théorie des oscillations tournantes du pendule. Poncelet a rectifié des idées fausses qui avaient fini par être acceptées sans contestation, et notamment la notion du prétendu *plan d'oscillation*.

Une théorie rigoureuse du mouvement pendulaire, considéré comme un mouvement *troublé* par la rotation de la terre, a été essayée par M. W. Dumas, de Kœnigsberg; mais les formules de ce dernier sont très-compliquées (M. Serret ne mentionne pas le mémoire de M. Hansen).

Tel était l'état de la question quand M. Serret l'a reprise. Il est arrivé à une solution aussi simple et élégante que rigoureuse, dont il esquisse les traits principaux. Elle reproduit la loi du *sinus*.

— M. Frémy fait sa première communication touchant les expériences qu'il a faites sur les fermentations. Comme nous avons l'intention de reproduire tous les documents qui concernent cette importante discussion, nous nous dispenserons de résumer ici cette note de 13 pages. Disons seulement qu'elle renferme peu de faits et beaucoup de discussion aigre et minutieuse.

— M. Balard, après la lecture de M. Fremy, prend la parole pour répondre quelques mots au nom de M. Pasteur, absent pour cause d'indisposition. Il répond notamment aux remarques qui ont pour but d'amoindrir le mérite de M. Pasteur dans la question de la conservation des vins par la chaleur.

— M. Wurtz fait observer que « la théorie chimique de la fermentation, » que soutient M. Fremy, est tout simplement la théorie de Liebig. M. Fremy nomme matières *hémi-organisées* ce que M. Liebig appelle « matières azotées complexes. »

En appendice le *Compte-rendu* renferme une protestation de M. Fremy contre l'accusation de plagiat formulée par M. Wurtz.

— M. P. Thenard soutient contre M. Balard que M. Fremy avait raison d'attribuer la découverte du procédé de conservation des vins à Appert et à M. de Vergnette-Lamothe; M. Pasteur n'aurait donné que la théorie du fait constaté avant lui.

— M. Balard répond encore quelques mots à la note de M. Fremy, insérée au *Compte-rendu* précédent.

— M. Chevreul annonce que son *Traité des couleurs*, qui, dit-il, n'a pas fait fortune en France, a été enfin apprécié à l'étranger, et qu'ainsi les frais de publication qu'il a coûtés à l'Académie n'ont pas été perdus. M. Paul Havrez, directeur de l'école professionnelle de Verviers, a fait en Belgique une active propagande des théories de M. Chevreul, et il s'est efforcé de les compléter par des recherches originales.

M. Chevreul raconte longuement les hésitations qu'il a éprouvées à céder aux instances de M. Havrez et du bourgmestre de Verviers, qui le pressaient de présenter les travaux de

M. Havrez à l'Académie ; il « craignait que les éloges qu'on lui donnait ne parussent exagérés à ses compatriotes et ne nuisissent par là même à l'auteur. » M. Chevreul profite de l'occasion pour rappeler qu'en 1826, son travail sur le bleu de Prusse a été critiqué et attaqué par son préparateur. Pourquoi donc M. Chevreul se plaint-il sans cesse, se pose-t-il ainsi comme victime? Voudrait-il se faire passer pour un pauvre auteur méconnu? Que lui manque-t-il? Et où sont-ils ceux qu'il a aidés à parvenir?

— M. Delaunay répond vertement aux critiques que M. Renou a adressées à l'*Annuaire météorologique* de l'Observatoire. Il montre que la plupart des prétendues rectifications de M. Renou sont ou erronées ou minutieuses.

M. Delaunay présente ensuite le *Bulletin météorologique mensuel* de l'Observatoire, qui renferme les observations des stations établies sur divers points de la France, et un premier fascicule de l'*Atlas météorologique* pour les années 1869, 1870 et 1871 réunies.

— Le Père Secchi prend sa bonne plume de Tolède pour répondre à diverses notes relatives à la température du soleil. Il ne croit pas aux 1,400 degrés de Pouillet, parce que le fer se trouve dans le soleil à l'état de vapeur. Il prétend que la loi de Dulong et Petit n'est pas admissible pour le soleil. Si, d'après M. Vicaire, 1 mètre carré de la surface solaire émet autant de chaleur que 80 mètres carrés de braise, il faut que la température solaire soit de 80 fois 1,500 degrés, ou de 120,000. Le refroidissement annuel du soleil (un peu plus de 1 degré) s'oppose aussi à l'hypothèse d'une température aussi basse que 1,500. Enfin les observations photométriques de M. Fizeau conduisent, d'après les calculs du Père Secchi, à une température solaire de 233,000 degrés, et même, en tenant compte de l'absorption, à 3,270,000 degrés! Le Père Secchi a décidément la passion des grands nombres.

— M. Ch. Martins s'occupe de la position originelle et normale de la main chez l'homme et dans la série des vertébrés. La paléontologie, la morphologie comparée, l'embryologie conduisent M. Martins aux conclusions suivantes. Dans les vertébrés, l'avant-bras occupe d'abord une position fixe, en demi-supination chez les poissons, les oiseaux, les reptiles marins, les pinnipèdes. Dans les mammifères vivants, un premier mouvement de rotation de 90 degrés, de dedans en dehors, devient possible chez les kangourous, les paresseux, les ours, les chats, etc. Le mouvement de supination complet (rotation de 180 degrés du radius sur le cubitus) est l'apanage des primates, comprenant tous les singes et l'homme. Chez les grands singes et l'homme, l'axe du col de l'humérus étant dirigé de dehors en dedans et de bas en haut, et non plus d'avant en arrière comme chez les autres mammifères, le membre supérieur tout entier peut exécuter un mouvement de circumduction en décrivant un cône autour de cet axe idéal. La mobilité du membre supérieur se trouve ainsi complétée, et il devient un organe de préhension, au lieu d'être une colonne de sustentation, comme chez les quadrupèdes, ou une rame, comme chez les reptiles marins, ou bien une aile, comme chez les oiseaux. Pour toutes ces raisons, la demi-supination paraît être la position originelle et normale de la main, et elle devrait être adoptée comme telle pour l'anatomie des mammifères.

— M. E. Liais adresse une note sur les observations méridiennes absolues dans les basses latitudes australes, et sur une nouvelle disposition prise de l'observatoire de Rio-Janeiro. La difficulté, dans les basses latitudes, c'est qu'on n'a pas d'étoiles dont on puisse observer les *deux* passages. M. Liais a tourné la difficulté par l'adjonction d'un alt-azimut à la lunette méridienne ; l'alt-azimut fournit les azimuts extrêmes des circumpolaires, et est rectifié par les mêmes collimateurs que la lunette méridienne. D'ailleurs on installera encore un instrument des passages dans le premier vertical.

— M. Le Verrier, qui ne peut laisser passer le nom de M. Liais sans lui décocher un trait, demande ce qu'est devenue la fameuse rectification de la longitude de Rio, proposée par M. Liais, contestée par M. Mouchez.

— M. Laugier rappelle que M. Penaud a confirmé en 1867, comme M. Mouchez avant lui, l'ancienne longitude contestée mal à propos par le remuant directeur de l'observatoire de Rio.

— M. A. Ledieu présente des objections contre le gyroscope marin de M. Dubois. Il fait remarquer que, pour avoir un plan azimutal fixe qui permette de mesurer la rotation du

navire, il suffit de prendre repère sur une étoile, comme l'a recommandé d'ailleurs Antonio Doral. D'autre part, l'usage du gyroscope serait sujet à bien des inconvénients à cause des secousses causées par le roulis. En résumé, l'application du gyroscope serait très-restreinte, et ne mérite pas d'être recommandée. On doit préférer l'ingénieux procédé de M. Mouchez, qui fait faire à son navire un tour entier au moment du lever ou du coucher du soleil ou de la lune.

— MM. Montefiore-Levi et Kunzel répondent à la réclamation de priorité formulée par MM. Ruolz et Fontenay, relativement à la découverte du bronze phosphoreux et à son emploi comme métal des canons.

Les essais faits avec le métal de MM. Ruolz et Fontenay ayant été abandonnés, tandis que le métal des deux ingénieurs belges donne de très-bons résultats, ils pensent que les proportions ne sont pas les mêmes, et que la réclamation est peu fondée. D'ailleurs MM. Ruolz et Fontenay ont gardé le secret de leur procédé, et la commission de l'Académie, dont faisaient partie deux généraux français, ne le connaissait pas, puisqu'elle a considéré les découvertes de MM. Montefiore et Künzel comme tout à fait nouvelles.

— M. Carvallo adresse encore un paquet de mémoires de mécanique, qui sont renvoyés à la section.

— L'inspecteur général de la navigation de la Seine adresse les états des crues et diminutions du fleuve, observées en 1871 au pont Royal et au pont de la Tournelle. Les plus hautes eaux ont eu lieu les 16 février et 2 mai ($3^m.60$ au pont Royal), les plus basses le 20 décembre ($0^m.3$). Moyenne $1^m.9$ au pont Royal, $0^m.4$ au pont de la Tournelle.

— M. Boussinesq s'occupe de l'intégration de l'équation aux dérivées partielles des cylindres isostatiques produits dans un solide homogène et ductile.

— M. Bourget pose sa candidature dans la section de mécanique. Il adresse sa *Théorie des machines à air chaud.*

— MM. Cornu et Mercadier reviennent sur la question des intervalles musicaux. Ils ont profité de la présence de M. Léonard, violoniste, et de M. Seligmann, violoncelliste, pour répéter leurs expériences; le résultat a confirmé leur conclusion, que la gamme pythagoricienne est la gamme de la mélodie sans modulation, et la gamme naturelle celle de l'harmonie.

— M. Violle rappelle que dès 1870 il était arrivé aux résultats que M. Jacobi annonce dans sa lettre concernant les courants d'induction qui se produisent dans l'appareil de Foucault (*Annales de chimie et de physique*, septembre 1870). Il cite un extrait de son travail. Il est donc démontré que, dès que la vitesse est devenue uniforme, il n'y a pas réaction du disque sur l'électro-aimant.

— M. Peslin adresse une note sur les raies du spectre solaire. Il a trouvé que les carrés des longueurs d'ondulation présentent souvent des rapports fort simples. Ainsi les carrés de l pour les raies B, F sont dans le rapport de 2:1, pour B, H dans le rapport de 3:1, et ainsi de suite. On aurait la série des carrés de l :

Raie B.	Raie F.	Raie γ de l'hydrogène.	Raie H.
1	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{5}$	$\frac{1}{3}$

M. Peslin montre que ses calculs s'accordent avec les valeurs de l qui résultent des expériences de M. Angstræm et de M. Van der Willigen. Il pense même qu'il pourrait avoir un fondement théorique.

— M. L.-C. de Coppet communique des recherches concernant la sursaturation de la solution de chlorure de sodium. La facilité avec laquelle cette solution peut se sursaturer explique, dit-il, comment on a pu croire que la solubilité du chlorure de sodium était la même à toutes les températures, ou même qu'elle était plus grande à zéro qu'à la température ordinaire.

— MM. Estor et C. Saint-Pierre adressent une nouvelle note sur l'analyse des gaz du sang. Ils ont constaté que l'eau chaude ajoutée au sang et bouillie avec lui permet d'extraire des quantités d'oxygène plus considérables que celles que fournit le sang seul.

— M. Fron pense que certains tremblements de terre peuvent être *prévus* d'après les conditions atmosphériques. Le 24 janvier dernier, il adressait à Rome, à Vienne et à Constantinople une dépêche télégraphique où il annonçait « grains, orages et tremblements de terre ». Le soir même, le torrent de la Brague détruisait le pont du chemin de fer près Antibes, et le lendemain 25, une forte secousse fut éprouvée en Turquie. Il y a donc une relation entre un tremblement de terre en Turquie et le passage d'une forte dépression barométrique sur l'Angleterre et la mer du Nord.

— M. Stan. Meunier adresse une note sur les méthodes qui concourent à démontrer la stratigraphie des météorites. Quatre méthodes fournissent la démonstration de ce fait, que des types météoriques divers dérivent d'un même gisement originel : l'étude lithologique des brèches polygéniques, l'examen des passages minéralogiques entre divers types, la constatation de la coexistence de divers types dans la même chute, et la transformation d'un type dans un autre type. La notion de la « stratigraphie météorique est donc acquise à la science. Les météorites sont des débris de quelques astres détruits, où elles formaient des couches géologiques.

— M. Vigneau a observé, au Mans, des étoiles filantes à mouvement hélicoïdal.

— M. Gaube s'est occupé des acides qui accompagnent les essences dans plusieurs familles botaniques.

— M. Levasseur adresse les programmes de l'enseignement de la géographie, rédigés par une commission.

Séance du 5 février. — M. Dupuy de Lôme fait une communication détaillée sur ses expériences relatives à la direction des ballons. Il résume d'abord la note sur l'aérostat à hélice qu'il a remise à la commission d'essai en décembre dernier. C'est en octobre 1870, pendant le siége de Paris, qu'il fut chargé de construire un aérostat dirigeable; malgré les efforts de ses collaborateurs, MM. Zédé et Yon, il ne put réussir à terminer ce travail à temps. Ce n'est qu'au mois de décembre dernier qu'il a été possible de préparer l'aérostat dans le local du fort neuf de Vincennes. L'hélice est à deux ailes, et d'un diamètre de 9 mètres avec 8 mètres de pas; elle est placée à l'arrière de la nacelle et commandée par un treuil à manivelle.

Pour obtenir la permanence de la forme du ballon, on a installé dans la nacelle un ventilateur qui communique par un tuyau en étoffe avec un ballonnet placé à l'intérieur du ballon (il a le dixième du volume de ce dernier). Ce ballonnet à air est muni d'une soupape réglée par des ressorts, qui laisse échapper l'air lorsqu'on souffle trop fort. Le grand ballon est muni de deux pendentifs ouverts qui descendent à huit mètres au-dessous de sa partie basse.

Pour constituer un axe horizontal de moindre résistance, parallèle à la force poussante, on a donné au ballon la forme d'une lentille oblongue. Voici quelques-unes des dimensions adoptées :

Longueur totale du ballon	36	mètres.
Diamètre au fort	15	—
Volume du ballon	3454	mètres cubes.
Volume du ballonnet	345	—
Surface du ballon porteur	1225	mètres carrés.
Longueur de la nacelle en osier	6m.50	
Longueur totale de la nacelle avec les brancards	12m.60	
Hauteur de la quille au sommet	29	mètres.
Force ascensionnelle. ballonnet gonflé	3419	kilogrammes.
Force ascensionnelle. — affaissé	3800	—

L'hélice devait faire 21 tours par minute pour obtenir une vitesse de 18 kilomètres à l'heure. Deux filets concentriques sont suspendus à une chemise en étoffe qui couvre le ballon; le filet extérieur porte la nacelle, au filet intérieur se rattachent des cordages formant balancines de la nacelle.

Le gouvernail est une voile triangulaire, placée sous le ballon près de l'arrière et maintenue par une vergue horizontale de 6 mètres; la hauteur de cette voile est de 5 mètres, sa surface de 15 mètres carrés. Le timonier a deux drosses pour manœuvrer ce gouvernail, et

une boussole pour se garder. Le treuil à bras exige huit hommes ; l'équipage comprend au total quatorze hommes. La longueur de la nacelle réservée au personnel est de 6 mètres et demi ; la nacelle en osier est prolongée par des brancards en bambous contretenus par des sous-barbes en cordes. L'arbre d'hélice peut se relever lorsqu'on touche à terre.

L'étoffe du ballon se compose d'un taffetas de soie blanche et d'un nansouk avec 7 couches de caoutchouc interposées ; elle pèse 240 grammes par mètre carré, et a une force de résistance de 11 kilogr. par centimètre de largeur. La chemise est simplement en soie blanche. Pour contenir l'hydrogène, M. Dupuy de Lôme emploie un enduit indiqué par M. Troost, et composé avec de la gélatine, de la glycérine, du tannin et de l'acide pyroligneux ; cet enduit ajoute 100 grammes au poids du mètre carré d'étoffe. Le ballon porteur avec les soupapes pèse ainsi 570 kilogrammes, la chemise et les filets pèsent 180 kilogrammes ; le poids total, qui doit être égal à la force ascensionnelle au ras du sol, se compose ainsi comme il suit :

Ballon porteur	570	kilogrammes.
Chemise et filets	180	—
Nacelle, gouvernail, etc	660	—
Hélice et treuil	155	—
Ventilateur, ancre, etc	213	—
Bagages, vivres, colis	372	—
Quatorze hommes d'équipage	1050	—
Lest	600	—
Total	3800	kilogrammes.

Les efforts à supporter par les étoffes et les cordages ne dépassent pas en général un dixième de leur résistance à la rupture. Avec une vitesse de 8 kilomètres à l'heure ($2^m.22$ par seconde), la résistance supportée par l'aérostat est de 11 kilogr. Cette vitesse s'obtient avec 21 tours d'hélice par minute, le treuil étant mu par quatre hommes qui se relèvent toutes les demi-heures. En mettant au treuil les huit hommes à la fois, on soutient pendant une demi-heure 28 tours par minute, et l'on peut obtenir momentanément 33 tours, qui donnent une poussée horizontale de 27 kilomgr. 6 et une vitesse de 12 kilomètres et demi par heure ($3^m.50$ par seconde).

L'essai de l'aérostat à hélice a été tenté le 2 février, après deux jours de préparatifs. Le ciel était couvert, il ventait sud assez fort à Paris et sur la Manche. Malgré quelques accidents au départ, on s'est élevé rapidement, et l'hélice a été mise en mouvement par les huit hommes à la fois ; on a constaté que le gouvernail agissait très-bien. Pour mesurer la vitesse propre de l'aérostat, M. Dupuy de Lôme a employé un anémomètre à quatre ailettes. La direction du cap a été obtenue par une boussole. Pour connaître la route suivie par rapport au sol, on faisait usage (comme M. Janssen) d'une boussole munie d'une planchette qu'on dirigeait vers un objet bien visible qui passait sous l'observateur. Trois broches, fixées sur la même planchette et formant un triangle dont la hauteur est double de sa base horizontale, permettent d'observer le temps dans lequel l'aérostat parcourt un chemin égal à la moitié de sa hauteur. Cette hauteur était donnée par un baromètre anéroïde.

On partit à 1 heure de l'après-midi. A 1 heure et demie on était à 600 mètres au-dessus du sol ; la vitesse de l'aérostat était de 43 kilomètres à l'heure. Le cap était maintenu au sud-est, faisant un angle de 83 degrés avec la direction du vent. Les huit hommes travaillant au treuil, la vitesse propre de l'aérostat était de 8 kilomètres et demi à l'heure ; la direction de la route sur le sol était N.-E. 5° E. (par rapport au méridien magnétique). Plus tard, on s'éleva à 1000 mètres, la vitesse totale s'éleva jusqu'à 61 kilomètres à l'heure, et la direction de la route varia entre N.-E. 5° N. et N.-E. 16° E. A 3 heures, on toucha le sol au-delà de Mondécour. D'après la route tracée d'avance sur la carte, on avait deviné le nom de ce village avant de l'apprendre des paysans. Le ballon avec ses agrès fut transporté à la station de Noyon et ramené à Paris.

La stabilité de la nacelle avait été parfaite. On avait jeté 150 kilos de lest au départ, et plus tard encore 300 kilos. Le cap avait pu être maintenu complétement au S.-E. Les huit hommes ont fourni au maximum un travail de 60 kilogrammètres ; en les remplaçant par

une machine à vapeur, on obtiendrait un travail dix fois plus considérable, car une machine de huit chevaux ne pèserait que le poids de sept hommes et fournirait un travail de 600 kilogrammètres; la vitesse propre de l'aérostat pourrait alors être portée à 22 kilomètres à l'heure. Mais une machine à feu serait dangereuse avec un aérostat gonflé à l'hydrogène.

En résumé, les résultats obtenus sont très-satisfaisants, quoique le problème de la navigation aérienne soit encore loin d'être résolu.

— M. Fremy continue sa communication sur les ferments. Il se plaint de l'intervention de M. Balard dans le débat, il voudrait qu'on le laissât discuter seul à seul avec M. Pasteur. Il répond aussi aux insinuations de M. Wurtz; sa théorie n'est point celle de M. Liebig, car il n'a jamais parlé de la fermentation basée sur l'entraînement des corps fermentescibles par le mouvement même de décomposition des ferments. Il veut enfin qu'on sépare la question des *moisissures* de celle des *ferments*. C'est l'organisme même qui crée les ferments, en modifiant au contact de l'air les matières *hémi-organisées*, matières *vivantes*, que les botanistes appelent *protoplasma*. M. Fremy décrit ensuite trois séries d'expériences qu'il a instituées : 1° il a produit les diverses fermentations dans des conditions où les germes atmosphériques étaient écartés; 2° il a constaté la production des ferments dans des cellules organisées à l'abri des mêmes germes; 3° pour démontrer que les ferments se transforment les uns dans les autres, il a produit les trois sortes de fermentations avec les *mêmes* liquides et les mêmes organismes. C'est ainsi que la levûre de bière donne à volonté la fermentation alcoolique ou la fermentation lactique (dans de l'eau sucrée avec addition de craie).

— M. Dumas, qui a fait partie, comme M. Balard, de la commission devant laquelle M. Pasteur a institué ses expériences, regrette de ne pas trouver chez M. Fremy les mêmes précautions minutieuses. Il exprime le vœu de voir les personnes, les opinions, les doctrines, écartées du débat; il désire que M. Fremy consente à répéter devant la commission les expériences de M. Pasteur; alors on pourra discuter.

— M. Balard, de son côté, répond à certaines remarques agressives de M. Fremy, et annonce qu'il repondra plus tard à M. P. Thenard.

— M. E. Duclaux communique ses recherches sur les lois de l'écoulement des liquides dans les espaces capillaires. Il a généralisé les résultats de M. Poiseuille; il admet de plus une influence de la nature de la paroi sur la vitesse d'écoulement. Il est d'ailleurs arrivé à démontrer que les phénomènes d'endosmose ne sont que des cas particuliers des phénomènes de diffusion.

— M. H. Résal étudie les effets mécaniques du marteau-pilon américain. M. Combes avait demandé ce travail, parce qu'il comptait utiliser le marteau à ressort pour éprouver les rails « par vibrations. » M. Résal a pu appliquer ses formules au marteau établi dans la fabrique de quincaillerie de M. Gautier.

— M. Sichel fils adresse la description d'un nouvel ophthalmoscope.

— M. Plateau fils adresse une brochure dans laquelle il raconte une expérience relative à la question de la vapeur vésiculaire, et qui fournit un argument contre l'état vésiculaire. On sait que M. Duprez a maintenu de l'eau suspendue dans un tube vertical de 20 millimètres de diamètre, ouvert en bas. Si au-dessous de ce tube on fait monter un courant de vapeur, on ne voit nullement un nuage s'élever dans l'eau du tube, comme on pourrait s'y attendre, si la vapeur était à l'état vésiculaire.

— M. Mannheim est parvenu à généraliser le théorème de Meusnier relatif aux contacts des courbes tracées sur une surface.

— M. A. Bobierre communique des recherches chimiques sur les landes de Bretagne. Il a comparé la composition des cendres de plantes développées spontanément sur la terre de la lande, et celle des cendres de plantes dont la nature était modifiée par des engrais. La terre examinée est une masse siliceuse, divisée par des substances humiques, à réaction très-acide, rendue poreuse par de nombreuses radicelles. L'acide silicique, qui représente 69 pour 100 de la terre, s'élève à 85 pour 100 dans les cendres des jeunes herbes. D'autre part, les sels alcalins s'élèvent dans les plantes sous l'influence des amendements calcaires; ainsi, la cendre du grand ajonc en renferme 7 pour 100 dans la lande, et 13 ou 14 sur une

terre chaulée. Les cendres de bruyères n'en contiennent quelquefois que 4 pour 100; mais un jeune pin a donné 24 de sels alcalins pour 100 de cendres. Ces faits confirment l'importance des éléments minéraux pour les cultures.

— M. G. Chancel veut baser un nouveau procédé saccharimétrique sur la mesure de la contraction des solutions de sucre de canne au moment de l'inversion (contraction déjà signalée, mais non mesurée, par Graham). Pour observer l'inversion, il ajoute de l'acide sulfurique (1 centième du poids de la solution de sucre). La contraction augmente avec la richesse de la solution, mais elle ne varie pas proportionnellement. Voici quelques chiffres. La richesse est donnée en centièmes de la solution.

Richesse de la solution.	Densité à zéro de la solution	
	De sucre de canne.	De sucre interverti.
0	1.000	1.000
5	1.020	1.021
10	1.041	1.042
15	1.063	1.063
20	1.085	1.086
25	1.109	1.109

Le tableau suivant donne le volume à zéro, après l'inversion, d'une solution de sucre de canne, en prenant pour unité son volume primitif; la seconde colonne renferme la contraction qui s'en déduit. On sait d'ailleurs que 19 grammes de sucre de canne fournissent 20 grammes de sucre interverti.

Richesse (sucre de canne).	Volume après l'inversion.	Contraction.
0	1.0000	0.0000
5	0.9986	0.0014
10	0.9974	0.0026
15	0.9964	0.0036
20	0.9955	0.0045
25	0.9946	0.0054

On voit que la contraction est assez considérable. M. Chancel croit qu'elle pourrait servir à doser le sucre de canne, ce qui constituerait un nouveau procédé saccharimétrique, comparable en précision à celui qui est fondé sur le pouvoir rotatoire. Cependant il faudrait qu'il perfectionnât son appareil.

— M. Blaserna adresse de Palerme une note sur l'atmosphère solaire. A l'occasion de l'éclipse du 20 décembre 1870, il a étudié la polarisation de la couronne, et il est arrivé dès cette époque à la conclusion, conforme à celle de M. Janssen, que l'atmosphère du soleil doit s'étendre à une très-grande distance (8 minutes au moins; c'est le quart du diamètre solaire). D'après M. Young, il faudrait même porter la hauteur de l'atmosphère solaire à 16 ou 20 minutes.

— M. Hamy démontre l'existence des nègres brachycéphales sur la côte occidentale de l'Afrique. La branche africaine du tronc nègre avait jusqu'ici échappé à la dichotomie en brachycéphales et dolichocéphales. Les crânes rapportés par M. Du Chaillu et donnés au *British Museum* prouvent qu'aux bords de la rivière Fernand-Vaz il y a des noirs à tête arrondie. Le fait, d'ailleurs, n'est pas nouveau.

— M. Victor Meunier communique des expériences qu'il croit contraires aux théories de M. Pasteur. Il s'agit de l'expérience des ballons à cols recourbés et sinueux, qui ne réussit pas toujours, paraît-il.

— M. Renou adresse une réponse à la Note de M. Delaunay; il cherche à justifier ses attaques, ce qui est difficile. Sa réponse a été insérée au *Compte-rendu* sans avoir été lue en séance; de là orage dans la séance du 12 février.

— M. Le Verrier, prenant sa part dans le duel triangulaire, insiste insidieusement sur la nécessité de réviser les observations météorologiques présentées depuis un siècle à l'Académie et d'en faire une édition authentique. Renvoyé au comité secret.

— L'aurore boréale du 4 février donne lieu à un grand nombre de communications de la part de MM. Fron, Salicis, Laussedat, Chapelas, Goulier, Emmanuel, E. Robert, Decharme,

Cornu, Prasmowsky; les deux derniers ont étudié le spectre de l'aurore. Leurs observations confirment les résultats annoncés par M. Angstroem et par d'autres physiciens.

— M. Sall adresse une analyse de l'huile de lin.

— M. Jeannel décrit « son régulateur thermostatique à gaz, » qui permet de maintenir constantes des températures même très-élevées.

— M. Milne-Edwards rappelle que son fils Alphonse a installé au Muséum un appareil analogue pour le chauffage des couveuses. Cet appareil fonctionne d'une manière très-satisfaisante.

Séance du 12 février. — M. Delaunay se plaint vivement de l'insertion de la note de M. Renou dans le *Compte-rendu* de la séance précédente, cette note, agressive et peu motivée, n'ayant pas été lue en séance.

— M. Serret est de l'avis de M. Delaunay. Les attaques de M. Renou ont pour unique objet d'amoindrir la renommée scientifique du directeur actuel de l'Observatoire et celle du chef de service météorologique, M. Marié-Davy. Il eût été plus convenable de communiquer directement à M. Delaunay les erreurs trouvées dans les tableaux de l'*Annuaire*, si erreur il y a. Il voudrait qu'à l'avenir de pareilles communications ne fussent pas imprimées dans le *Compte-rendu.* Il s'étonne même que l'on ait reproduit la « proposition » de M. Le Verrier, qui avait été renvoyée au comité secret.

— M. Le Verrier dit que le Secrétaire perpétuel n'avait pas le droit de supprimer sa communication à lui.

— M. Pasteur répond à M. Fremy. Cette réponse est très-vigoureuse. Il faut bien le dire, les notes de M. Fremy ne brillent ni par la rigueur du raisonnement, ni par l'éclat des faits. Il ne paraît pas toujours de taille à lutter contre un si rude joûteur; il perd les étriers à chaque coup.

M. Pasteur accuse M. Fremy de combattre à coups de pétitions de principes. Il insiste sur la portée de l'expérience qu'il a faite avec le sang frais, et qu'il est prêt à répéter sur le lait naturel pris dans le pis de la vache; il se réserve de donner plus de détails sur l'expérience avec le jus naturel de raisin; « M. Fremy, dit-il, me permettra de choisir mon heure. »

— M. Chevreul ne peut assister plus longtemps à cette discussion sans remonter un peu au déluge. Il apprend donc à l'Académie que c'est Stahl qui a formulé la première théorie dynamique précise de la fermentation, mais que van Helmont en avait déjà donné une théorie métaphysique. Pour van Helmont, dont M. Chevreul expose à ce propos toute la cosmogonie, le *ferment* est un agent créé dès l'origine du monde en forme de lumière, indestructible, et « disposé dans les lieux où il y a des semences propres à développer les corps. » Après le *ferment immortel*, van Helmont a encore les *ferments altérables* et les *ferment-odeurs.* Ces ferments, s'élevant du fond des marais, produisent des grenouilles, des limaces, des herbes. Une chemise sale, comprimée dans l'orifice d'un vaisseau contenant des grains de froment, exhale un ferment-odeur qui donne lieu à la transmutation du froment, après 21 jours, en souris adultes. Il faut savoir que le médecin hollandais méprisait la logique et prétendait que, pour faire des découvertes, il suffisait de ferventes prières adressées à Dieu. On ne comprend pas assez toute la portée de l'exemple de ces grands hommes d'un autre temps qui aujourd'hui nous semblent des échappés de Charenton; leurs aberrations devraient nous rendre plus modestes dans nos jugements et moins tranchants dans nos discussions, car la postérité rira peut-être de nous, comme nous rions d'eux.

— M. E. Levasseur, de l'Académie des sciences morales, offre une brochure sur l'*Étude et l'enseignement de la géographie.* On sait que le ministre de l'instruction publique a la ferme volonté de répandre cet enseignement dans nos écoles. Le programme rédigé par M. Levasseur insiste sur la nécessité de *faire voir* et de *faire comprendre* la géographie, de la rendre sensible et intelligible. Il faut faire un usage plus déterminé des cartes, des plans, des reliefs, des globes. Il faut ensuite faire saisir la relation étroite des divers faits géographiques entre eux, l'enchaînement des causes et des effets. Le point de départ sera toujours la *Géographie physique.* On commencera par l'étude des *climats,* qui ressortit à la météorologie et à la géologie, et doit emprunter à ces deux sciences les éléments dont elle a besoin. La géologie pré-

pare à l'étude du relief du sol, laquelle doit être pittoresque et aussi complète que possible, au lieu de se borner à l'énumération des chaînes de montagnes. L'orographie, la géologie et la météorologie expliquent ensuite l'hydrographie comme la cause explique l'effet. La terre une fois décrite, le géographe la peuplera d'animaux et de plantes. Ensuite, il devra introduire l'homme, qui viendra prendre possession de son domaine. Ici la géographie interrogera la politique et l'histoire; enfin, la *géographie économique* montrera l'agriculture, le commerce, l'industrie, dans leurs relations nécessaires avec les données du climat et du sol, en s'appuyant sur la statistique.

Tout cela est évidemment plus facile à souhaiter qu'à obtenir.

— M. Bussy donne lecture d'un rapport sur le procédé de conservation des grains par le vide, proposé par M. Louvel. Le rapporteur commence par déplorer les ravages des souris et des charençons. Il explique ensuite qu'il ne suffit pas de faire des réserves de blé : il faut encore que ces réserves puissent se conserver ! Après ces explications, il se décide à parler des procédés en usage pour atteindre ce but. L'ensilage, par malheur, n'est pas toujours praticable. Le docteur Louvel a donc cherché un autre moyen.

Son « grenier » est un cylindre vertical en tôle clouée, terminé par deux calottes. La calotte supérieure a trois ouvertures : un trou d'homme par où l'on introduit le blé, et qu'on ferme ensuite; un robinet de prise d'air, et un orifice pour un manomètre pour connaître la pression intérieure. La calotte inférieure a un orifice qui donne issue au grain. La capacité de l'appareil est de 10 mètres cubes (100 hectolitres). Le vide s'y fait par une pompe : il suffit que la pression descende à 10 centimètres de mercure ; le travail ne porte d'ailleurs que sur l'espace représenté par les intertcies des grains. Le grenier de tôle avec la pompe revient à 1,650 francs ; mais la pompe peut servir pour plusieurs greniers (elle coûte 800 francs).

Le procédé de M. Louvel est destiné à mettre le blé à l'abri des altérations spontanées par la soustraction des germes atmosphériques, par la protection assurée contre les insectes et les souris, etc. Ajoutons que le blé, même un peu humide, ne s'échauffe pas dans le vide. On peut conserver de la même manière la farine, le biscuit de mer, les légumes secs, et d'autres denrées alimentaires. L'essai de ce système a été fait à la ferme modèle de Vincennes, avec trois appareils installés au mois de juillet 1867. L'un renfermait du blé, additionné de 20 litres de charençons vivants, l'autre du biscuit, le troisième de la farine. On les a ouverts en janvier 1868 ; le blé était intact, les charençons étaient morts; biscuit et farine n'avaient pas changé d'aspects. La commission, dont faisaient partie le maréchal Vaillant et M. Boussingault, se montra satisfaite. Les quatre membres qui restent de cette commission (MM. Brongniart, Bussy, Decaisne, Peligot) proposent à l'Académie d'approuver les efforts du docteur Louvel et d'admettre son procédé au concours pour les prix des arts insalubres.

— M. de Saint-Venant lit un rapport de 12 pages sur un mémoire de M. Kleitz qui a pour objet l'étude des forces moléculaires dans les liquides en mouvement (mémoire daté de 1866). M. Kleitz a précisé les questions que soulève le problème, il est arrivé à des théorèmes remarquables, et il a fait avancer la théorie. On lui vote des remercîments.

— M. Baudon conteste ce qu'a dit M. Coze sur la fusion et le morcellement des balles dans les plaies. Il attribue la diminution du poids des balles à des insectes perforateurs.

On peut admirer l'aplomb de pareilles contradictions qui ne s'appuient que sur des hypothèses et prétendent renverser des faits d'observation. Tout récemment encore, M. Hagenbach a publié des expériences qu'il a faites *ad hoc* avec un chirurgien suisse, M. Socin, et qui confirment pleinement l'opinion de M. Coze (*Annales de Poggendorff*, 1871).

— M. Letellier fait de la glace par la vaporisation de l'éther vinique au moyen d'un courant d'air qui traverse ensuite une colonne de coke ou de ponce, parcourue par un courant d'acide sulfurique. L'éther fixé par l'acide est rendu à la liberté par une chaleur de 140°.

— M. Plateau fils adresse une brochure sur la position du centre de gravité chez les insectes.

— M. C. Wolf communique ses recherches sur le pouvoir réflecteur des miroirs en verre

argenté. D'après Foucault, l'argenture obtenue par le procédé Drayton avait un pouvoir réflecteur égal à 0.75, et son procédé à lui l'élevait à 0.92. M. Wolf a examiné des miroirs de M. Ad. Martin (argentures neuves ou anciennes). Les sources de lumière étaient des lampes à modérateur.

Avec un miroir de verre plan, poli au papier, la proportion de lumière réfléchie est restée comprise entre 0.92 et 0.94, en faisant varier l'angle d'incidence depuis 10° jusqu'à 80°. L'incidence est donc à peu près sans influence sur la proportion réfléchie.

Un miroir plan, argenté depuis plusieurs années, dont la surface venait d'être polie au tampon, a réfléchi de 0.83 à 0.91 de la lumière incidente, sous des angles compris entre 10 et 60 degrés; moyenne 0.87.

La lumière étant réfléchie successivement sur deux miroirs neufs sous l'angle de 45°, la proportion réfléchie varie de 0.82 à 0.86 suivant la position des plans de réflexion (de 0.71 à 0.75 pour miroirs anciens).

Divers objectifs essayés par M. Wolf transmettent de 0.80 à 0.90 de la lumière des lampes.

En somme, les lunettes et télescopes font perdre environ 20 pour 100 de la lumière incidente, les appareils à plusieurs miroirs jusqu'à 40 pour 100.

— M. Stéphan communique une liste de nébuleuses découvertes à l'observatoire de Marseille.

— M. de Pambour donne la théorie de la roue hydraulique dite *roue à réaction.*

— M. Bougaev présente la solution d'une question qui intéresse la théorie des nombres. Il appelle nombre *primitifs* ceux qui ne sont divisibles par aucun carré, et il indique le nombre des nombres primitifs supérieurs à n.

— M. Boussinesq s'occupe toujours des solides homogènes et ductiles, déformés parallèlement à un plan; il ramène les équations des vitesses à une seule équation liniaire aux dérivées partielles de second ordre, par l'emploi des coodonnées curvilignes dont il avait déjà fait usage précédemment.

— M. Ed. Combescure communique une note sur quelques points du calcul inverse des différences.

— M. Mannheim s'occupe de la détermination de la liaison géométrique qui existe entre les éléments de la courbure des deux nappes de la surface des centres de courbure principaux d'une surface donnée.

— M. de Tastes répond à la réclamation de M. Ciotti. Le bateau construit aux frais de ce dernier l'a été sur les modèles de M. de Tastes.

— M. E. Vicaire répond aux objections du P. Secchi, lequel, selon son habitude, prête à son contradicteur des opinions qu'il n'a point émises. M. Vicaire a simplement établi que les faits connus, et notamment les expériences de Dulong et Petit, montrent que la radiation s'accroît rapidement avec la température, beaucoup plus rapidement qu'on ne le soupçonnait *à priori*, d'où il suit qu'en admettant la proportionnalité on est conduit à des résultats exagérés. Il ajoute aujourd'hui quelques considérations sur l'interprétation physique de la loi de Dulong et Petit, qui est difficile à concevoir au premier abord. Cette loi exprimerait en quelque sorte le rayonnement total des corps d'épaisseur indéfinie, et en particulier des corps athermanes d'épaisseur notable, tandis que la loi de Newton serait celle du rayonnement élémentaire. La radiation en effet n'est pas un phénomène purement superficiel, elle émane d'une couche d'épaisseur sensible. Le fer ne devient-il pas transparent à la température du rouge?

M. Vicaire répond ensuite à quelques objections de détail du P. Secchi. Pourquoi, dit-il, les brouillards métalliques seraient-ils dans le soleil à une température supérieure au point de fusion des métaux? La neige qui tombe est-elle dans l'air au-dessus de zéro? Le fer en vapeur existe bien dans le col du convertisseur Bessemer, où l'on peut maintenir un canon de fusil plusieurs minutes sans le faire fondre. — C'est à tort aussi que le P. Secchi voit dans le soleil simplement un corps chaud qui se refroidit sans compensation, — Enfin, les expériences de M. Fizeau doivent être interprétées autrement que ne le fait le P. Secchi.

Quelle que soit d'ailleurs la loi du rayonnement, la proportionnalité doit conduire à des résultats d'autant moins erronés que les termes à comparer seront plus rapprochés. Or en prenant pour point départ le thermomètre ordinaire, on arrive à quelques millions de degrés; en partant du foyer d'une locomotive, on trouve 120,000 degrés; avec l'arc voltaïque, quelques milliers de degrés. En prenant le terme de comparaison tant soit peu plus haut, ne le trouverait-on pas *égal* à la température du soleil ?

— M. D. Gernez communique ses recherches sur les raies d'absorption produites par les solutions des acides hypoazotique, hypochlorique et chloreux. M. Kundt avait trouvé que l'acide hypoazotique *liquide* donne un spectre d'absorption, comme sa vapeur. M. Gernez a pu approfondir ce phénomène en faisant dissoudre l'acide hypoazotique anhydre dans la benzine, le sulfure de carbone, le chloroforme, etc. Ses solutions, si elles sont diluées, donnent beaucoup de raies distinctes. Les trois acides étudiés par M. Gernez prouvent que les solutions très-étendues donnent des spectre d'absorption qui se composent des raies les plus saillantes des spectres d'absorption fournis par les vapeurs. L'expérience ne réussit pas avec le bronze et l'iode, parceque les spectres de ces substances sont trop compliqués.

— Le docteur Engel, de Strasbourg, transmet par l'intermédiaire de M. Pasteur les résultats d'une étude morphologique des diverses espèces de levûres alcooliques. Il a réussi à faire *fructifier* les ferments ; ils constituent *deux genres* botaniques parfaitement caractérisés. Sur tous les fruits, on peut observer la fermentation alcoolique lorsqu'ils commencent à se pourrir; il y a *quatre* ferments différents qui se développent sur les fruits, et qui ne sont pas des moisissures.

Le ferment ordinaire du pain diffère de la levûre de bière. Les spores de ferment ne germent qu'au contact de liquides sucrés. Les deux genres sont : *Saccharomyces,* Meyen, et *carpozyma,* Engel. L'auteur explique leur fructification à l'aide d'une série de figures.

— M. E. Dubois répond à M. Ledieu que les expériences faites dans le canot du *Bougainville* ont levé tous les doutes sur la stabilité du gyroscope marin.

— M. Baudrimont rappelle ses expériences touchant l'influence de la lumière violette sur la végétation, lesquelles contredisent les résultats annoncés par M. Pôey. Il ne faut pas prendre M. Pôey trop au sérieux !

— M. Harting présente quelques observations à propos de la note de M. Boussingault sur la manne du tilleul. Selon lui, la miellée provient d'un puceron, l'*aphis tiliac,* qui vit à la face inférieure des feuilles et laisse tomber ses excréments sur les feuilles sous-jacentes. C'est ce qu'il a constaté à Utrecht, en 1858. M. Gunning a trouvé alors que la miellée était composée de sucre de canne. M. Harting a publié cette observation dans l'*Album der naturer* (1858 et 1859).

— M. Boussingault n'admet pas cette explication dans le cas qu'il a étudié, car les pucerons ne sont arrivés qu'*après* la miellée.

— M. Le Verrier communique une lettre du commandant Follie, qui lui apprend que la miellée s'observe chaque été à Metz, sous les tilleuls de l'Esplanade. La partie inférieure des feuilles est toujours couverte de pucerons, et la miellée dégoutte sur les chaises de la promenade.

— De nouvelles communications relatives à l'aurore boréale du 4 février ont été reçues de MM. Vicaire, le P. Jullien, P. Guyot, Joucart, Naudin, Martins, J. Gay, Combes, Roy, et beaucoup d'autres. La seule analyse de ces documents, rempli 24 pages du *Compte-rendu.* Ce sont des détails minutieux, sans grand intérêt pour le moment. Dans les contrées boréales, on voit ces phénomènes chaque soir.

HISTOIRE DU NOIR D'ANILINE.

En 1859, je faisais quelques essais sur l'aniline. Peu de temps après, je trouvai qu'en mélangeant un chlorhydrate d'aniline acide (composé de parties égales d'aniline et d'acide chlorhydrique) avec de l'empois d'amidon contenant 4 onces de chlorate de potasse par

gallon, et en imprimant ce mélange avec une planche en bois, on n'obtenait presque pas de couleur après une exposition à l'air pendant vingt-quatre heures ; mais, quand le même mélange était imprimé avec un rouleau en cuivre, une couleur verte était produite au bout de douze heures.

Ce fait curieux me conduisit à la découverte du noir d'aniline. Je recommençai mes essais en ajoutant à la couleur diverses proportions de chlorure de cuivre, et alors j'obtins du noir en imprimant la couleur avec une planche en bois, et en exposant pendant douze heures à un air chaud et humide.

La couleur, au moment de l'impression, était d'un olive très-pâle qui se changeait peu à peu en un vert très-intense. Par un lavage à l'eau courante, ce vert devenait noir.

Les expériences de M. Rosenstiehl et d'autres chimistes ont prouvé depuis qu'une couleur ne contenant pas de cuivre ne donne pas de noir, si on l'imprime avec une planche en bois, à moins que la couleur n'ait été préparée dans un vase de cuivre.

Le prix élevé de l'aniline à cette époque m'empêcha de donner immédiatement suite à ma découverte. Mais j'avais suffisamment étudié la couleur, en 1860, pour imprimer quelques pièces de calicot en juillet de cette même année (à Broad-Oak printworks Accrington).

En 1862, MM. J. J. Muller, de Bâle, achetèrent le procédé, qui fut breveté en janvier 1863.

La part qui me revient dans la découverte du noir d'aniline peut être résumée par la correspondance suivante :

NOIR D'ANILINE. — *Chemical-News*, 6 décembre 1862.

Lettre de M. John Lightfoot :

« Monsieur,

« Bien des couleurs ont été tirées de l'aniline, mais je n'ai jamais entendu parler d'un noir intense produit au moyen de l'aniline. J'ai découvert un pareil noir, il y a près de deux ans, et je vous envoie quelques échantillons imprimés avec cette couleur. Ce noir a des propriétés très-curieuses : il est très-solide, il résiste à la lumière et au savon, ainsi qu'aux acides et au chlore ; il est très-avantageux pour les genres rouge d'Andrinople, et peut aussi être associé aux autres couleurs garancées, vu qu'il n'absorbe pas de matière colorante.

« Veuillez insérer cette note dans votre prochain numéro. Peut-être l'un de vos nombreux correspondants trouvera-t-il un nouvel emploi pour ce noir indestructible. Ma lettre a en même temps pour but d'empêcher que la propriété de ce noir ne puisse pas être revendiquée plus tard par d'autres chimistes.

« Agréez, etc. *Signé :* JOHN LIGHTFOOT. »

Je reçus la réponse suivante :

« Monsieur John Lightfoot, etc.,

« Votre couleur n'est pas un noir pur, et ne rend pas aussi bien dans les impressions chargées, ou dans les fonds, que dans les petits détails, qui sont très-bien réussis.

« Le chlore attaque ce noir.

« *N. B.* — M. Camille Kœchlin a fait voir depuis que, quoique le chlore attaque le noir d'aniline, la couleur revient au bout de quelques jours. On peut la faire revenir de suite par un bain alcalin. »

Chemical-News, 20 décembre 1862.

« Monsieur le Rédacteur,

« Ayant vu dans un récent numéro de votre journal une notice au sujet d'un nouveau noir dérivé de l'aniline, je tiens à constater qu'il y a quelque temps déjà que j'ai obtenu sur coton du noir d'aniline résistant aux alcalis et aux acides.

« Agréez, etc. *Signé :* W.-CARL WRIGHT. »

Chemical-News, 3 janvier 1863.

« En réponse à une lettre insérée dans le *Chemical-News*, de décembre 1862, et signée Carl Wright, je tiens à constater que j'ai vu un noir d'aniline fabriqué en juillet 1860, et découvert par M. John Lightfoot, d'Accrington.

« Je vous envoie un échantillon de ce noir.

« Agréez, etc. *Signé :* J.-C. DERBYSHIRE.

« *N. B.* — M. Émile Gatty, de Church, a aussi conservé un échantillon de ce noir imprimé en 1860. »

Les brevets suivants ayant plus ou moins trait à l'histoire du noir d'aniline sont donnés dans leur ordre chronologique.

La première allusion au noir d'aniline se trouve dans le brevet suivant :

Brevet pour l'obtention de matières colorantes violettes et rouges avec l'aniline du commerce. — Dale et Caro, 26 mai 1860.

Des sels d'aniline mélangés avec une dissolution de chlorure de cuivre ont été chauffés ensemble et ont donné un précipité noir ou violet foncé. La matière colorante violette est épuisée d'abord par l'eau, ensuite par l'alcool. Le brevet n'insiste pas sur le résidu noir qui reste, et cependant ce résidu noir a été vendu longtemps par MM. Robert Dale et Comp., de Manchester, sous le nom de pigment noir d'aniline. C'est peut-être le meilleur noir plastique connu pouvant être fixé sur tissu au moyen de l'albumine.

Brevet de Calvert, Lowe et Clift (11 juin 1860), pour la production d'un vert insoluble (émeraldine), au moyen de l'aniline en oxydant cette dernière sur le tissu. — Conversion de ce vert en bleu (azurine) par l'action des alcalis. — La formule est la suivante :

5	parties	solution d'un sel d'aniline acide contenant 1 partie d'aniline.
1	—	chlorate de potasse.
60	—	empois d'amidon.

Oxyder douze heures pour produire le vert ; pour convertir ce dernier en bleu, faire bouillir dans une légère dissolution de soude ou de savon.

Dans le *Journal de la Société des arts* (7 février 1862), le docteur F. Crace-Calvert parle en ces termes de ce procédé :

« Quoiqu'il fût connu des chimistes que l'aniline peut produire du vert sous l'influence de certains oxydants, jusqu'à présent tous les efforts faits pour teindre la soie ou la laine n'ont pas abouti à un résultat pratique.

« MM. Cliff, Lowe et moi, avons breveté, le 11 juin 1860, une méthode facile et pratique pour produire sur les tissus de coton une couleur verte à laquelle nous avons donné le nom d'émeraldine, et dont j'ai l'honneur de vous soumettre des échantillons. Le procédé consiste à imprimer un chlorhydrate d'aniline acide sur tissu de coton préparé en chlorate de potasse. Au bout de quelques heures, il se développe un vert très-brillant. Si on passe dans une solution de bichromate de potasse, la couleur est convertie en bleu indigo intense auquel nous avons donné le nom d'azurine. »

Voici maintenant un passage de la *Chimie organique*, de Girardin (1861), mais qui a probablement rapport aux expériences de Willm, communiquées à la Société industrielle de Mulhouse en février 1860.

« Si on imprime sur du calicot un mélange de chlorhydrate d'aniline, acide acétique et chlorate de potasse, il se développe au bout de quelques heures une couleur verte qui est convertie en bleu par les alcalis, et qui devient noire si on prend une forte proportion de sel d'aniline. »

Mais ce brevet ne donna lieu à aucune application industrielle, à cause du peu de stabilité de cette couleur. Elle ne supporte pas le savon, et n'a jamais donné, dans les conditions indiquées, que du bleu et pas de noir.

Quoique en dehors de l'ordre chronologique, il sera bon de mentionner ici les extraits suivants d'une notice du docteur F. Crace-Calvert, contenue dans une deuxième édition, revue et augmentée, de la note du même chimiste, déjà citée. On la trouve dans un exemplaire déposé au British Museum, le 10 avril 1863. L'ouvrage n'a pas de date et n'a pas pu être découvert dans le registre de Stationer's Hall, et il est évident qu'il a paru postérieurement au brevet Lightfoot.

« La production de cette couleur directement sur le tissu est un fait très-important et conduira probablement à la production d'une manière analogue des autres nuances tirées du

goudron. De cette manière, la grande perte d'aniline dans la production de ces couleurs sera évitée et on effectuera une grande économie de mordants. »

Ces messieurs engagèrent MM. Wood et Wright, à la fin de 1860, de fabriquer d'après leur procédé du vert et du bleu qu'ils jugèrent assez beaux pour être offerts à l'industrie. MM. Wood et Wright améliorèrent les nuances foncées en ajoutant au chlorate de potasse des sels de fer au maximum ou d'autres oxydants, et en passant les couleurs obtenues en bichromate de potasse ou chlorure de chaux. On peut ajouter du nitrate de cuivre au sel d'aniline et supprimer le chlorate de potasse, et cette couleur imprimée sur le tissu donne du bleu tellement foncé que c'est presque du noir. Des bleus foncés imitant l'indigo ont été obtenus sur une grande échelle par ce procédé, et le succès fut tel que, si ces nuances n'avaient pas été si facilement attaquées par les acides, elles auraient détrôné l'indigo.

Venons-en maintenant au brevet Lightfoot.

1863, 17 janvier. *Brevet de John Lightfoot, d'Accrington.* Production d'une couleur noire sur les tissus en y imprimant un sel d'aniline ou un de ses analogues, mélangé de certains oxydants mentionnés ci-après :

Je prends 1 gallon d'eau, j'y dissous 4 onces de chlorate de potasse et j'y ajoute de l'aniline ou un de ses analogues à raison de 8 onces par gallon, et un poids égal d'acide muriatique ; ensuite, j'ajoute encore une pinte d'acide acétique, 4 onces de chlorure de cuivre à 88° Twadell, et 4 onces de sel ammoniac. Je plonge le tissu dans cette dissolution, j'exprime, je sèche et j'expose à l'air pendant deux nuits. Après cela, je passe dans une légère dissolution de soude ou de savon, ou de chlorure de chaux. Un noir très-intense est produit de cette manière. Pour l'impression, je remplace l'eau par de l'empois d'amidon. Tous les sels de cuivre, ainsi que les chlorures d'antimoine et de fer, peuvent remplacer le chlorure de cuivre, etc., etc.

Dans la première année de sa découverte, le noir d'aniline fit de rapides progrès, et, en 1863, plus de 50,000 pièces furent imprimées à la planche, surtout en Suisse.

L'impression au rouleau ne fut pas aussi heureuse. Le sel de cuivre et l'acide chlorhydrique attaquaient le tissu et les racles d'acier qui servent à l'impression. En remplaçant le chlorure de cuivre par du sulfate et en employant un chlorhydrate d'aniline basique, on remédia un peu à cet inconvenient, mais on ne parvint pas à empêcher les racles d'être attaquées.

C'est à cette époque que M. Honoré Cordillot proposa le ferricyanure d'ammonium pour remplacer le sel de cuivre. Mais la couleur ainsi modifiée ne se conservait pas; elle se décomposait rapidement, exigeait une température élevée pour se développer sur le tissu, et ne donnait pas un noir bien intense. Tous ces inconvénients firent bientôt abandonner ce procédé.

M. Charles Lauth proposa alors de substituer le sulfure de cuivre au sulfate, et ce procédé fut breveté en Angleterre par M. Édouard-Joseph Hughes, de Manchester, le 7 juin 1864.

La notice suivante de M. Lauth se trouve dans le *Bulletin de la Société chimique* (décembre 1864).

« Le noir d'aniline est un nouveau produit coloré dérivé de l'aniline et complète en quelque sorte la série des brillantes couleurs que fournit cette base. Ce produit diffère sous tous les rapports des autres couleurs tirées de l'aniline, tant par la manière de son développement que par sa fixation sur les tissus, ainsi que par sa résistance aux différents agents physiques et chimiques. *En janvier* 1863, M. John Lightfoot, d'Accrington, a breveté en France un procédé pour obtenir sur coton un nouveau noir. Ce procédé consiste à imprimer sur le tissu le mélange suivant :

25	grammes	chlorate de potasse.
50	—	aniline.
50	—	acide muriatique.
25	—	chlorure de cuivre.
25	—	sel ammoniacal.
1	litre	empois d'amidon.

« Le tissu imprimé et séché est exposé à l'air pendant environ deux jours, puis passé dans un bain alcalin. Le noir se trouve fixé de cette manière.

« Ce procédé de M. Lightfoot présente de sérieux inconvénients qui l'ont fait abandonner.

« Mon procédé consiste à employer un sel de cuivre insoluble qui devient soluble sur le tissu, par exemple le sulfure de cuivre. Ce sulfure est changé en sulfate par l'action de l'acide

chlorique ou du chlore qui se développe par la réaction du chlorhydrate d'aniline sur le chlorate de potasse, et, après cela, les conditions sont les mêmes que dans le procédé Lightfoot. »

M. Paraf proposa l'emploi de l'acide hydrofluosilicique pour décomposer le chlorate de potasse, mais cette couleur fut aussitôt abandonnée.

Le noir d'aniline ne se fixe pas sur la laine. Ce résultat négatif doit être attribué à l'action réductrice de la laine. Pour teindre cette dernière au noir d'aniline, il faut d'abord l'oxyder. Pour cela, on prépare une dissolution de 1 kilogramme de chlorure de chaux dans 10 litres d'eau, et on emploie 10 litres de cette dissolution pour chaque kilogramme de laine qu'on veut oxyder. Le bain est composé de la manière suivante :

60 litres eau.
1k.300 dissolution de chlorure de chaux.
180 grammes acide muriatique.

On chauffe à 38 degrés et la laine est manœuvrée dans ce bain pendant 20 à 30 minutes jusqu'à ce qu'elle soit devenue jaunâtre ; ensuite, elle est bien lavée et séchée. Les tissus de laine ainsi préparés sont aptes à se colorer en noir d'aniline.

L'expérience suivante prouve que la laine ainsi préparée est réellement oxydée. Mettez dans deux tubes d'essai une faible solution de permanganate de potasse et plongez dans l'un des tubes un morceau de laine non chlorée, la solution de permanganate se décolorera instantanément, tandis qu'elle conservera sa coloration pourpre si vous y plongez de la laine chlorée.

Tableau des réactions du sulfate de cuivre sur les sels d'aniline à différents degrés d'acidité.

	Aniline.	Acide muriatique.	
Chlorhydrate d'aniline basique...........	2 parties.	1 partie.	Précipité brun.
Chlorhydrate d'aniline légèrement basique.	2 —	1 1/2	Coloration olive, pas de précipité.
Chlorhydrate d'aniline neutre............	2 —	1 3/4	Coloration vert jaunâtre, pas de précipité.
Chlorhydrate d'aniline acide.............	2 —	2	Pas de coloration.

N. B. — Le meilleur réactif pour reconnaître l'acidité d'un sel d'aniline est le papier magenta, de Dale. C'est du papier à filtre imprégné d'une dissolution de fuchsine. Le moindre excès d'acide dans un sel d'aniline convertit ce papier rose en jaune.

Il est évident aujourd'hui que le cuivre, sous une forme ou sous une autre, est nécessaire au développement du noir. Les mélanges acides de Calvert ou de Paraf ne sont que des bleus intenses, dont l'intensité est proportionnée à l'acidité de la couleur.

Désireux de constater l'influence des différents métaux sur les sels d'aniline, j'ai essayé leur action sur un sel d'aniline basique. Une couleur d'essai fut préparée avec un mélange de chlorhydrate d'aniline basique et de chlorate d'ammoniaque ; cette couleur fut imprimée avec une planche en bois sur du calicot bien blanchi et les métaux suivants furent appliqués sur cette couleur encore humide, et laissés en contact pendant quinze minutes.

Cuivre, fer, vanadium, uranium, nickel, plomb, zinc, antimoine, étain, manganèse, chrome, bismuth, arsenic, titane, tungstène, cadmium, tellurium, molybdène, mercure, argent, or, platine, palladium, rhodium, iridium, aluminium, osmium, cobalt, ruthenium, thallium, magnésium, rubidium, cerium, glucinium, zirconium, lanthane, didyme, erbium, yttrium, sélénium, tantale, niobium.

Après cela, le tissu fut suspendu pendant douze heures dans un endroit chaud et humide, puis passé en bain alcalin.

Le résultat fut que le plus grand développement de couleur était dû au vanadium, puis au cuivre, puis à l'uranium, et, en dernier lieu, au fer.

A part ces quatre métaux, tous les autres ne produisirent que peu ou pas de coloration. Le vanadium a donc une action encore plus prononcée que celle du cuivre, et cependant des traces de cuivre suffisent pour développer le noir, comme l'ont démontré les expériences de MM. Rosenstiehl et Lauth.

Pour faire ressortir mieux encore l'effet du cuivre, j'ai fait l'expérience suivante : Un souverain et un shilling (préalablement bien décapés au moyen d'eau aiguisée d'acide nitrique) furent appliqués sur la même couleur d'essai. Après un contact de quinze minutes, le tissu

fut exposé à l'air pendant douze heures, et aucune trace du contact des deux pièces ne fut visible. Ces deux mêmes pièces furent ensuite mises dans un sac contenant de la monnaie de cuivre et agitées ensemble ; elles furent ensuite replacées sur la même couleur que précédemment, exactement dans les mêmes conditions. Le contact de la pièce d'or produisit un gris foncé, et celui de la pièce d'argent presque du noir.

L'action du cuivre sur les sels d'aniline est tellement sensible qu'il suffit de faire rouler une pièce de cuivre par-dessus un morceau de calicot imprégné de sel d'aniline et de chlorate d'ammoniaque pour que cette pièce laisse une trace qui noircit au contact de l'air.

Une expérience de M. Morgan Brown constate que le cuivre doublé de zinc, de manière à former les éléments d'une pile, ne produit aucun effet, même au bout d'une demi-heure.

J'ai essayé moi-même d'autres métaux en contact avec le cuivre, tels que l'étain, le plomb, le bismuth, et l'action du cuivre a été neutralisée complétement.

Que cette action du cuivre soit un effet électrique, catalytique, ou simplement une action oxydante; il est difficile de se prononcer là-dessus. Mais il est un fait certain, c'est que la plus petite quantité des quatre métaux déjà cités, vanadium, cuivre, uranium et fer, est suffisante pour produire dans un mélange de sel d'aniline et d'un chlorate une réaction capable de donner du noir. Les sels de ces métaux agissent de même, tandis que les sels des métaux inertes le sont aussi. Quoique la proportion de cuivre nécessaire à la formation du noir soit très-minime, dans la pratique il en faut des quantités plus considérables. Tous les essais faits en vue de se passer du cuivre ont abouti à faire revenir à son emploi.

John Lightfoot.

DIVERS TRAVAUX.

Sur la formation de l'urée par l'action de l'hypermanganate de potasse sur les matières albuminoïdes.

Dans la séance du 18 avril 1870, de l'Académie des sciences, M. Béchamp publiait la note suivante que nous allons reproduire *in extenso* du *Compte-rendu* de l'Académie.

« Il y a plusieurs années, dans une thèse pour le doctorat en médecine, j'ai annoncé que, par l'action oxydante de l'hypermanganate de potasse sur les matières albuminoïdes, il sé produit de l'urée. Ce résultat, dont je poursuivais la réalisation dans le but d'éclairer le côté le plus intéressant de la théorie de la respiration, a été contesté. Je me proposais de ne revenir sur ce sujet que quand j'aurais terminé l'ensemble de mes recherches sur les matières albuminoïdes, recherches qui se rattachent de si près à mes études sur les fermentations. Mais de nouvelles observations reculeront la fin de ce travail. Je me décide donc à en détacher ce qui regarde plus spécialement la formation de l'urée.

Et d'abord, je maintiens l'exactitude des faits qui sont consignés dans mon premier et mon second travail sur ce sujet (1). Toutefois, je n'éprouve aucun embarras de reconnaître que l'expérience est délicate, et que, dans une circonstance, solennelle pour moi, il m'est arrivé de ne pas complétement réussir à fournir la preuve qui m'était démandée; on comprendra donc combien grande doit être ma vénération pour le savant illustre qui a su trouver dans son cœur des motifs suffisants pour passer outre. De mon côté, je me garde bien d'en vouloir au chimiste qui, n'ayant pas réussi à répéter l'expérience, a publié son insuccès.

L'action de l'hypermanganate de potasse sur les matières albuminoïdes n'est pas une action simple, c'est-à-dire une *oxydation*, dans l'acception ordinaire de ce mot. C'est, ainsi que je m'exprimais, une *oxydation avec dédoublement*. En effet, dès la première action du sel oxydant, plusieurs composés prennent simultanément naissance. C'est précisément dans la difficulté de démêler ces divers produits que gît la difficulté du problème qu'il s'agit de résoudre.

Dès le principe, j'ai constaté que la réaction doit s'accomplir dans des liqueurs alcalines,

---

(1) *Annales de chimie et de physique*, 3e série, t. XLVIII, p. 348, et t. LVII, p. 291.

devant rester alcalines. Si, dans le but de diminuer cette alcalinité, on ajoute trop d'acide sulfurique pour saturer le carbonate de potasse qui se forme, l'urée peut échapper pour deux motifs : soit qu'elle se détruise de la manière que j'ai indiquée, soit qu'elle contracte quelque combinaison qui l'empêche de se dissoudre dans l'alcool ou qui empêche de réaliser l'une des réactions caractéristiques, la formation du nitrate d'urée. Or je me suis assuré que l'acide oxalique peut être l'un des termes de l'oxydation; par conséquent, si cet acide peut se combiner avec l'urée, il est clair que l'oxalate d'urée échappera, et que, s'il entre en dissolution, la liqueur évaporée fournira un résidu avec lequel l'acide nitrique ne produira rien de caractéristique.

Dans mon premier travail, j'ai signalé le fait, qu'outre l'urée se forment des acides qui sont précipitables par l'azotate de plomb et par l'azotate de mercure. Si l'on combine l'emploi successif de l'acétate basique de plomb et celui de l'azotate de bioxyde de mercure, on arrive, comme il va être dit, à isoler plus facilement l'urée. J'ai remarqué, enfin, qu'il valait mieux ne pas saturer la potasse devenue carbonate; qu'il y avait, en d'autres termes, moins d'inconvénients à faire agir vivement l'hypermanganate sur la matière albuminoïde, qu'à agir lentement en saturant à mesure par l'acide sulfurique. Cela posé, voici la marche qui réussit presque à coup sûr.

10 grammes de matière albuminoïde pure et sèche (privée de corps gras et de matière sucrée), 60 à 75 grammes d'hypermanganate de potasse cristallisé et suffisamment pur, 200 à 300 centimètres cubes d'eau distillée, sont mis en contact dans une fiole. Il est bon, avant d'ajouter l'hypermanganate, de laisser la matière organique se bien hydrater. Le mélange est porté dans un bain-marie, que l'on chauffe à 60 ou 80 degrés, et l'on agite sans cesse. A un certain moment, la réaction devient vive et de la chaleur se dégage; la matière déborderait, si l'on prenait une fiole trop petite. La décoloration étant obtenue, on jette sur un filtre et on lave le dépôt brun de bioxyde de manganèse. La liqueur est précipitée par l'acétate basique de plomb, en évitant l'emploi d'un trop grand excès, qui redissoudrait une partie du précipité. Celui-ci est formé surtout de carbonate de plomb et de sels à acides solubles, dont l'abondance varie avec la quantité du sel oxydant employé. Le précipité plombique étant séparé et lavé, on décompose la nouvelle liqueur par l'hydrogène sulfuré, en s'arrangeant de façon que la précipitation se fasse exactement (on peut réserver un peu de liqueur pour enlever l'excès d'acide sulfhydrique). Le sulfure de plomb étant enlevé, on a une liqueur acide, dans laquelle le nitrate de bioxyde de mercure détermine la formation d'un précipité blanc. On ajoute de ce sel et de l'eau de baryte successivement, jusqu'à ce que la liqueur, devenue presque neutre, ne donne plus de précipité par le sel mercuriel, ou mieux, jusqu'à ce qu'une nouvelle addition d'eau de baryte détermine la formation d'un précipité jaune persistant.

Le précipité occupe un très-grand volume; on le recueille et on le lave bien complétement à l'eau distillée. Pendant qu'il est encore humide, on le délaye dans l'eau et on le décompose par l'hydrogène sulfuré. Le sulfure de mercure étant séparé et lavé, on constate que la liqueur a une réaction très-acide : on la sature par le carbonate de baryte pur, employé en léger excès; la solution étant neutralisée, l'excès de carbonate de baryte est séparé par le filtre; après quoi on évapore au bain-marie : le résidu, tantôt cristallise, tantôt reste visqueux. Quoi qu'il en soit, on l'épuise par l'alcool à 95 degrés centésimaux, en s'aidant du pilon pour broyer et pulvériser la masse, qui durcit par ce traitement. La solution alcoolique évaporée à une douce chaleur laisse un résidu, qui, généralement, se prend en cristaux d'urée. Une solution concentrée de ce résidu se prend en masse de paillettes cristallines par l'acide nitrique, et ces cristaux, traités par le réactif de Millon, dégagent immédiatement, et déjà à froid, du gaz. Je vais donner les résultats de l'analyse du gaz dégagé en traitant le résidu de l'évaporation de la solution par le réactif de Millon, et ces analyses démontreront deux choses : la première que l'urée est réellement produite, la seconde qu'elle est mêlée, dans le résidu, avec une autre amide. Voici ces analyses; la première cloche contient le gaz recueilli à la fin de la réaction :

I. *Albumine de l'œuf.* — Traitement par le procédé de la thèse, c'est-à-dire saturation fractionnée par l'acide sulfurique pendant l'action de l'hypermanganate.

	Première cloche.		*Seconde cloche.*
Volume du gaz	35.6	Volume du gaz	21.0
Après la potasse : azote	25.4	Après la potasse : azote	16.6
Acide carbonique	10.2	Acide carbonique	4.4

II. *Albumine de l'œuf.* — Traitement sans saturation.

	Première cloche.		*Seconde cloche.*
Volume du gaz	36.4	Volume du gaz	35.0
Après la potasse : azote	24.4	Après la potasse : azote	20.8
Acide carbonique	12.0	Acide carbonique	14.2

La partie insoluble dans l'alcool, de ce traitement, dans les mêmes conditions, a donné :

Volume du gaz	40.0
Après la potasse : azote	36.0
Acide carbonique	4.0

III. *Même albumine.* — Traitement dans lequel on n'a employé que 50 grammes d'hypermanganate pour 10 grammes d'albumine. On avait recueilli à part la partie du précipité mercurique formé à la fin, lorsque, les liqueurs étant presque neutres, le précipité formé était jaune.

	Première cloche.		*Seconde cloche.*
Volume du gaz	40	Volume du gaz	21.0
Après la potasse : azote	26	Après la potasse : azote	13.8
Acide carbonique	14	Acide carbonique	7.2

IV. *Fibrine de bœuf.* — Traitement de 10 grammes de matière par 70 grammes d'hypermanganate de potasse, sans saturation par l'acide sulfurique.

	Première cloche.		*Seconde cloche.*
Volume du gaz	38.0	Volume du gaz	31.0
Après la potasse : azote	25.4	Après la potasse : azote	23.0
Acide carbonique	12.6	Acide carbonique	8.0

S'il y a des variations, si l'azote est généralement en excès, cela tient évidemment à ce que, outre l'urée, quelque autre composé amidé se forme; en effet, lorsque le résidu de l'évaporation cristallise, les cristaux sont toujours souillés d'un produit incristallisable, et c'est lui qui, à la fin, se décomposant à son tour, fournit l'azote que l'on retrouve en excès. Du reste, même avec l'urée de l'urine, on trouve ordinairement que la composition du gaz est telle, qu'il y a plus d'azote que n'en exige l'équation de la décomposition de l'urée par l'acide azoteux. »

—

Sur la transformation des matières albuminoïdes en urée par l'hypermanganate de potasse.

Note de M. E. Ritter, présentée par M. Wurtz à la séance du 20 novembre 1871.

Les expériences de M. Béchamp concernant la production de l'urée par l'oxydation des matières albuminoïdes au moyen du permanganate de potasse ont trouvé des contradicteurs. Récemment encore elles ont été contestées par M. O. Loew (*Journal für praktische Chemie, nouv. série*, t. II). Cette contradiction est sans fondement. J'ai réussi, en effet, à transformer l'albumine, la fibrine et le gluten en urée, en suivant à la lettre le nouveau procédé indiqué par M. Béchamp. Les rendements obtenus sont les suivants : 30 grammes d'albumine ont fourni $0^{gr}.09$ d'urée ; la fibrine n'en a produit que $0^{gr}.07$; le gluten, au contraire, en fournit trois fois plus environ : $0^{gr}.29$, $0^{gr}.31$, $0^{gr}.21$. Il y a dans l'opération un temps qu'il faut bien surveiller ; la réaction, d'abord très-lente, s'active et la masse s'échauffe ; si en ce moment on ne retire pas du bain-marie, et même si l'on ne refroidit pas quelquefois, le dégagement de gaz devient tumultueux et l'opération échoue. Avec le gluten, j'ai obtenu à côté de l'urée un autre produit cristallisé dont je poursuis l'étude.

—

Observations relatives à la note de M. Ritter, concernant la formation de l'urée par les matières albuminoïdes et le permanganate de potasse.

Par M. A. Béchamp (1).

M. Ritter a bien voulu confirmer le fait de la formation de l'urée par l'action de l'hypermanganate de potasse sur les matières albuminoïdes (2). Je laisse de côté les dosages; là n'est pas, pour le moment, la question. Sur le reste, j'ai à faire deux remarques :

1° M. Ritter appelle *nouveau procédé* ce que j'ai dit, sur ce sujet, dans ma note de l'année dernière (3). Le procédé est le même que celui qui, il y a quinze ans, m'a permis de constater le fait de la formation de l'urée : l'influence oxydante de l'hypermanganate. Le mode d'extraction, fondé sur une connaissance plus exacte des produits qui prennent simultanément naissance, a seul varié.

2° L'auteur annonce qu'avec le gluten il a obtenu un autre produit cristallisable, dont il poursuit l'étude. Le gluten n'est pas seul dans ce cas. L'année dernière, j'ai cité la formation d'un sel barytique cristallisable, en employant l'albumine. Mais dans ma thèse de 1856, dont un extrait a paru aux *Annales de chimie et de physique* de la même année (4), j'ai signalé, parlant en général, la formation d'un composé cristallisable avec les substances sur lesquelles j'avais opéré alors, savoir : l'albumine des œufs et du sérum, la fibrine du sang et le gluten. Le gluten et ces autres matières ne sont pas les seules substances albuminoïdes qui donnent, outre l'urée, des composés cristallisables, sels de baryte ou composés organiques non métalliques. Avant la note de 1870, j'avais étendu mes recherches à la syntonine (fibrine musculaire) de bœuf et de chien, à l'hématocristalline de chien (que j'obtiens en grande quantité par un procédé particulier) et aux globules du sang. Avec chacun de ces produits, j'ai obtenu, outre l'urée, des composés cristallisables. On peut les voir dans mon laboratoire, et, il y a deux mois, j'avais l'honneur d'en entretenir M. Balard : l'illustre savant s'en souvient sans doute encore. Si je ne suis pas en mesure de donner aujourd'hui plus de détails, il faut l'attribuer, non à un manque d'ardeur, mais aux événements douloureux dont nous avons été les victimes, à une maladie qui m'a tenu plus de six mois éloigné de mon laboratoire et à laquelle ces événements ne sont pas étrangers; enfin, à une dernière cause, dont je ne veux rien dire ici.

M. Ritter voudra bien, j'en ai l'assurance, me laisser le soin de poursuivre une étude dont j'avais, à plusieurs reprises, signalé les principaux éléments, notamment la formation de composés cristallisables ou capables de dévier le plan de polarisation avec une intensité plus grande que l'albumine elle-même (5). Je lui exprime, en finissant, ma reconnaissance pour avoir mis fin à des contradictions qui démontrent combien était délicat le problème que je m'étais proposé de résoudre, et dont l'idée et le plan avaient été conçus à Strasbourg, après une lumineuse leçon du grand et à jamais regrettable physiologiste Küss.

De la décomposition du blanc d'œuf par l'hypermanganate de potasse (6).

Par M. H. Tappeiner (7).

Béchamp (8) avait avancé que l'urée est un des produits de la décomposition du blanc d'œuf par le permanganate de potasse ; Stædeler (9) nia le fait. L'assurance avec laquelle,

(1) *Comptes-rendus*, t. LXXIII, p. 1323.
(2) *Comptes-rendus*, t. LXXIII, p. 1219.
(3) *Ibid.*, t. LXX, p. 866.
(4) *Annales de chimie et de physique*, 3e série, t. XLVIII, p. 348.
(5) *Ibid.*, t. LVII, p. 291.
(6) *Journal de chimie pratique*, de Hermann Kolbe, décembre 1871.
(7) *Comptes-rendus des travaux de la Société scientifique de Saxe*, siégeant à Leipsick. — Communication de M. C. Ludwig, de l'Institut physiologique de Leipsick.
(8) *Comptes-rendus*, 70, p. 866.
(9) Voir le *Journal de chimie appliquée*, de Kolbe, 72, 251, 1857.

tout récemment encore, Béchamp a maintenu sa première affirmation, m'a déterminé, même après le travail de son contradicteur, à reprendre le même sujet. Mes recherches ont abouti aux résultats déjà obtenus depuis peu par Lœw (1), et il y a longtemps par Stædeler. Si les quelques pages suivantes n'apprennent rien de nouveau au lecteur, peut-être aideront-elles à bien apprécier la réaction du permanganate de potasse sur le blanc d'œuf. Quatre expériences faites exactement d'après les indications de Béchamp donnèrent bien les phénomènes qu'il avait observés, mais finalement des résultats tout différents. Ainsi, par exemple, tandis que suivant lui, lorsqu'on évapore à siccité la liqueur séparée par le filtre du sulfure de mercure, on obtient un résidu presque entièrement soluble dons l'alcool, et qu'on peut, par l'acide nitrique, précipiter de cette solution l'urée à l'état de nitrate d'urée, je trouvai que ce résidu était insoluble dans l'alcool et consistait tout simplement en nitrate de baryte retenant mécaniquement un peu de matière organique. Une seule fois je réussis à obtenir par le traitement à l'alcool une faible quantité de matière organique, à l'état cristallin, mais qui n'était pas de l'urée ; mais si l'on évaporait à siccité le liquide obtenu immédiatement après l'oxydation, le résidu contenait toujours des matières organiques en abondance où l'analyse décelait l'azote et le soufre. Dans l'espoir d'en retirer un corps renfermant du soufre, j'entrepris trois nouveaux essais par un procédé un peu différent du premier ; et, s'ils n'ont pas répondu à mon attente, ils pourront servir peut-être de point de départ pour des recherches ultérieures.

On chauffa au bain-marie et jusqu'à décoloration complète 20 grammes de blanc d'œuf de poule desséché avec 200 grammes de permanganate de potasse et 500 centimètres cubes d'eau. Avec les vapeurs d'eau se dégagèrent des gaz exhalant une forte odeur de méthylamine et d'ammoniaque. On reçut sur un filtre le bioxyde de manganèse et on distilla dans une cornue la liqueur filtrée après l'avoir acidulée avec de l'acide sulfurique.

1° Le liquide condensé avait une réaction acide et exhalait l'odeur de l'acide caproïque. On l'évapora après l'avoir neutralisé par le carbonate de baryte. Ayant constaté que les sels ainsi obtenus n'étaient qu'un mélange de divers sels de baryte à acides gras, je ne cherchai pas à opérer leur séparation, car, tandis que la présence d'acides de ce groupe en général parmi les produits de la décomposition du blanc d'œuf est importante au point de vue de la constitution moléculaire de ce corps, celle de tel ou tel acide gras de rang inférieur n'est due, au contraire, qu'à l'oxydation plus ou moins complète d'un corps dérivé du blanc d'œuf et appartenant au groupe en question.

2° Quant au résidu demeuré dans la cornue, après l'avoir séparé par décantation des cristaux de sulfate de potasse formés, on l'agita à plusieurs reprises avec de l'éther ; on obtint alors une solution étherée (A) et un liquide aqueux (B).

A. La solution étherée avait une réaction acide ; elle laissa par l'évaporation une matière cristalline d'un jaune pâle, offrant tous les caractères de l'acide benzoïque et dont le poids s'élevait en tout à 0gr.7. Pour s'assurer de la nature de l'acide, on le traita par la chaux afin d'en obtenir le sel correspondant. Les quantités de chaux trouvées dans deux analyses s'accordaient en effet avec la formule du benzoate. En voici le tableau :

Poids du composé.	Chaux donnée par l'analyse.	en centièmes.	Chaux exigée par la formule.
0gr.1139	0gr.0160	14.04	— 14.1
0gr.1047	0gr.0147	14.04	— 14.1

B. Pour séparer la matière organique du sulfate de potasse, on traita la liqueur aqueuse par le nitrate de mercure. Il se forma un précipité que l'on lava bien et décomposa ensuite par l'hydrogène sulfuré On filtra, et, en versant dans la liqueur du nitrate d'argent, on obtint un précipité blanc, grenu et cristallin. Après l'avoir bien lavé, on l'analysa et on reconnut que c'était de l'oxalate d'argent. L'eau mère contenait encore des matières organiques azotées. Pour les isoler, on fit usage de l'alcool absolu à la place du nitrate de mercure ; après avoir ainsi éliminé le sulfate de potasse, on précipita par le carbonate de baryte les acides sulfu-

(1) *Ibidem*, (2), 2, 289.

rique et oxalique restés dans la liqueur. Celle-ci, filtrée et évaporée, laissa déposer des cristaux sous forme de groupes mamelonnés ou lamellés qui, après plusieurs cristallisations, avaient toute l'apparence de la leucine.

L'analyse du sel de cuivre correspondant confirma ces premières indications. Maintenant, puisque la leucine en dissolution alcaline s'oxyde lorsqu'on la traite par le permanganate de potasse et se transforme alors en acides oxalique et valérique, il faut admettre que dans cette expérience l'oxydation n'a pas été aussi complète, et que, conformément à la manière dont la leucine prend naissance quand on traite des manières animales par les acides minéraux, ce n'est que par la distillation avec l'acide sulfurique qu'elle a été séparée de substances qui, elles-mêmes, étaient les produits d'une décomposition incomplète du blanc d'œuf. Du reste, l'eau mère de la leucine devait contenir d'autres corps azotés congénères, car le réactif de Knop décelait encore une quantité notable d'azote : phénomène qui, en l'absence bien constatée de sels ammoniacaux, ne peut se rapporter qu'à un groupe parfaitement tranché.

J'ajoute que, dans le cours de ces recherches, le docteur Hüfner a bien voulu m'aider à plusieurs reprises de ses conseils.

ÉTUDES SUR L'AÉROSTAT DE M. DUPUY DE LOME.

La remarquable expérience exécutée avec un succès incontestable par M. Dupuy de Lôme, dans la journée du 2 février dernier, a appelé l'attention générale sur la solution du problème de la direction aérienne. Je crois donc que l'on me pardonnera de résumer brièvement l'état actuel d'une question dont je me suis préoccupé plus d'une fois, malgré moi pour ainsi dire. En effet, j'étais intimement persuadé que l'on possédait depuis bien longtemps déjà tous les éléments de la direction aérienne, mais je savais bien que pour les combiner il fallait l'art d'un ingénieur expérimenté, doué d'un talent auquel je me sentais tout à fait étranger. Je bornais donc mon ambition à utiliser les ballons ronds ordinaires, persuadé qu'un avenir prochain permettrait de réaliser la conquête de l'air, dont je prendrais ma part comme les autres aéronautes.

Je prendrai comme sujet de cette courte esquisse les résultats généraux, indiscutables, obtenus par M. Dupuy de Lôme, dans son ascension du 2 février dernier, non qu'ils soient surprenants ou inattendus, mais parce qu'ils forment un point de départ de l'aéronautique nouvelle : ils sont importants, non-seulement en eux-mêmes, mais parce que M. Dupuy de Lôme ravive et ressuscite ceux qui ont été obtenus avant lui par d'autres ingénieurs. Il remet indirectement sous les yeux du public des faits auxquels on n'avait certainement point apporté toute l'attention dont ils sont dignes encore aujourd'hui, après une période de plus de vingt années écoulées, depuis que M. Giffard les a produits pour la première fois.

La bonne fortune méritée de M. Dupuy de Lôme aura été singulière. Non-seulement il a rendu directement à la science un service signalé en exécutant une expérience historique, mais il aura encore été utile à la patrie en reprenant une tradition interrompue. On avait opéré en plein jour avec une hardiesse étonnante, mais quelles merveilles peuvent suffire pour secouer les préjugés dans lesquels se complaît trop souvent une foule ignorante?

Il fallait qu'un membre de l'Institut vînt donner à la cause de la navigation aérienne par ballon la sanction de ce corps savant, pour que l'on cessât enfin de confondre la direction des ballons avec le mouvement perpétuel, la quadrature du cercle, et la pierre philosophale.

Mais avant d'aller plus loin, nous devons faire une remarque en quelque sorte préjudicielle.

L'aérostat de M. Dupuy de Lôme a été construit par ce savant ingénieur pour un but limité bien défini ; il se proposait uniquement de construire un ballon qui, sortant de Paris par un vent quelconque, pût revenir en profitant d'un vent favorable. En aucune façon il n'avait en tête l'idée de réaliser la navigation aérienne, à laquelle il était demeuré étranger

jusqu'à ce jour. La force propre dont son aérostat devait être animé n'était destinée qu'à augmenter ses chances de rentrée, cette entreprise si utile pour le succès des projets de la défense nationale était le seul dont il eût le droit de se préoccuper.

Ce serait donc méconnaître étrangement le mérite de M. Dupuy de Lôme que d'exagérer après coup la portée de ce qu'il a voulu faire. Pour juger l'aérostat de M. Dupuy de Lôme, il faut le comparer à l'aérostat dirigeable de M. l'amiral Labrousse, et non point avec ceux de M. Giffard.

L'expérience du 2 février 1872 est la répétition de celle du 7 janvier 1871, quand l'aérostat le *Duquesne* a été confié aux ténèbres et aux vents qui le poussaient vers les pays occupés par les Prussiens. Elle n'a point le même but que les tentatives hardies de l'hippodrome et de l'usine de Courcelles.

Tout en rendant pleine et entière justice au savant ingénieur, il est bon de faire ici encore une réserve en faveur des ballons ronds, sans moyen de propulsion. En effet, si ces appareils étaient dépourvus de la faculté de faire un angle avec le vent, ils avaient au moins celle de changer facilement de marche, et par conséquent de profiter de l'alternance des courants aériens. Il est à regretter que le gouvernement délégué n'ait point été suffisamment pénétré de la nature des services qu'ils étaient appelés à rendre, grâce à la multiplication des épreuves. Mais il ne faut pas perdre de vue qu'après tout M. Dupuy de Lôme n'était appelé qu'à construire un ballon rond perfectionné. Plût au ciel qu'il eût été encore moins allongé, et qu'il ait pu en temps utile rentrer dans Paris avant la capitulation.

En résumé, le ballon de M. Dupuy de Lôme se trouve donc aujourd'hui déclassé, s'il est permis de se servir de ce terme ; on lui ferait un dangereux honneur si l'on cherchait à en tirer ce que l'auteur n'a pas voulu lui faire rendre. Les ennemis seuls de la navigation aérienne pourraient chercher à y voir le type de ce que doit être le ballon dirigeable pour lutter contre le vent.

Enfin, ce serait se montrer également injuste vis-à-vis de M. Dupuy de Lôme que de lui reprocher, comme l'ont fait certains publicistes, d'avoir profité de l'expérience acquise par son prédécesseur. Les expériences de M. Giffard appartenaient au domaine public, et ne lui eussent-elles point appartenu que M. Dupuy de Lôme avait parfaitement le droit de s'en emparer, puisqu'il opérait pour le compte de la République, dans le but de repousser l'invasion étrangère. Il a parfaitement fait de s'assurer le concours des hommes qui avaient travaillé à la construction des ballons captifs ou des ballons dirigeables de M. Giffard, ou qui avaient eu l'honneur d'accompagner l'illustre inventeur dans la seconde de ses périlleuses ascensions. Il devait mettre à profit toute l'expérience de ces coopérateurs, car il n'avait point en quelque sorte le droit de négliger une chance de succès.

Le fait saillant qui résulte de l'expérience du 2 février, ce n'est point le taux de la vitesse que l'hélice est arrivée à imprimer à l'aérostat, quoique cette vitesse soit déjà notable. En effet, dans certains moments elle s'est élevée jusqu'à dix kilomètres par heure. Cette vitesse aurait pu être beaucoup plus considérable si M. Dupuy de Lôme avait imité plus complétement ce que M. Giffard avait fait avant lui. Pour la première fois depuis l'origine de la navigation aérienne, un expérimentateur s'est trouvé dans des conditions réellement scientifiques. En effet, il y avait à bord quatorze personnes, c'est-à-dire un public assez nombreux pour rendre toute illusion ou toute supercherie impossible. L'expédition de M. Dupuy de Lôme était organisée de manière à ce que les résultats fussent indiscutables. Le mémoire du savant ingénieur donnant une multitude de détails en quelque sorte vérifiables, renferme tous les éléments nécessaires pour porter la conviction dans les intelligences les plus rebelles. On dira que c'est le 2 février 1872 que la possibilité de la direction aérienne aura été officiellement donnée. Désormais, le doute n'est plus possible ; tous les sophismes des partisans du plus lourd que l'air ou des adversaires de toute navigation aérienne se trouvent réduits à néant. La vérité des résultats obtenus avec un admirable courage par un jeune inventeur au début de sa carrière est enfin proclamée.

L'angle de la route avec le lit du vent a été surtout déterminé avec un soin tout particulier. Cette opération, exécutée par des marins, avec des instruments fort simples, ne laisse en aucune façon prise au scepticisme ou à la critique. Voici comment l'équipage du

ballon dirigeable a procédé. On a commencé par déterminer l'azimut magnétique du lit du vent; cette opération suppose que l'aérostat soit abandonné à lui-même, et par conséquent que l'hélice ait été stoppée; une fois cet azimut déterminé, on a mis l'hélice en mouvement, on a obtenu un nouvel azimut qui a été comparé au premier, et l'angle de ces deux azimuts a donné la déviation due à la vitesse propre dont l'aérostat était animé.

Voici le tableau de ces expériences, assez intéressant pour que les éléments essentiels soient reproduits ici.

Première expérience. — Vitesse du vent, 12 mètres par seconde; vitesse de l'aérostat à l'hélice, $2^m.50$ par seconde; angle des deux routes, 12 degrés.

Deuxième expérience. — Vitesse du vent, 16 mètres par seconde; vitesse de l'aérostat à l'hélice, $2^m.45$, angle des deux routes, 16 degrés.

Troisième expérience. — Vitesse du vent, 17 mètres par seconde; vitesse de l'aérostat, $2^m.82$; angle des deux routes, 10 degrés.

Dans les expériences précédentes, l'hélice était toujours mise en mouvement par huit hommes. Il est à regretter que l'on ne possède point également l'intensité du déplacement obtenu à l'aide d'une équipe de quatre hommes seulement. On aurait de la sorte deux termes de la loi qui lie la vitesse de l'aérostat avec la force motrice employée pour produire le mouvement.

Les physiciens prétendent que la force nécessaire doit varier comme le cube de la vitesse dont on veut que l'aérostat soit animé. Des expériences faites avec le pendule balistique semblent donner raison à cette théorie. Mais les expériences n'ont été faites qu'avec des vitesses de plusieurs centaines de mètres par seconde; elles sont 20 ou 30 fois plus grandes que celles dont les aérostats dirigeables seront jamais animés, de quelques progrès que l'on suppose la navigation aérienne susceptible. Nous devons désirer que ces faits capitaux soient rapidement établis par des preuves directes, telles qu'il est possible de les donner désormais.

Les angles de déviation sont à peu près égaux à ceux que donnerait le parallélogramme des forces s'il était appliqué aux vitesses qui ont été déterminées directement; on se servait, pour arriver à ce chiffre, d'un anémomètre situé en avant de l'aérostat.

Comme nous l'avons déjà dit plus haut, ce qu'il est important de connaître c'est la loi de variation des vitesses que l'on peut imprimer à l'aérostat. A défaut de mesures précises à tirer de ces belles expériences de M. Dupuy de Lôme, nous allons voir quels sont les enseignements que l'on peut en tirer pour augmenter la vitesse de translation déja obtenue, ce qui est indispensable pour que la conquête de l'air soit une réalité. Nous allons voir qu'en rentrant dans les conditions normales du problème, nous retomberons nécessairement dans la solution que M. Giffard avait indiquée.

On comprend, *à priori,* que les vitesses peuvent être augmentées de deux manières, en allongeant la forme que M. Dupuy de Lôme a adoptée pour son aérostat et en transformant en machine à vapeur la force humaine dont il s'est contenté. Il est très-curieux de constater que ces deux perfectionnements seraient non une innovation, mais un retour en arrière, car l'un et l'autre ont été adoptés par M. Giffard, dans les expériences dont nous avons parlé. La seule manière réellement efficace de diminuer les frottements est de donner à l'appareil une longueur plus grande, mais il est impossible d'augmenter beaucoup la longueur du grand axe de l'aérostat du 2 février sans s'exposer à des flexions très-dangereuses. On peut dire que M. Dupuy de Lôme a très-habilement combiné son système de construction pour se soustraire à cet effet désastreux sans avoir recours à l'intervention d'un organe rigide, qui règne de part en part du ballon. C'est la perspective de se dispenser de cet organe qui a évidemment engagé M. Dupuy de Lôme à se contenter de l'allongement relativement médiocre auquel il a eu recours.

M. Giffard, dans ses deux belles expériences de 1852 et 1855, avait, comme nous l'avons déjà dit, des ballons dont l'allongement était beaucoup plus considérable. Mais ces deux aérostats portaient l'un et l'autre une perche ou traverse latérale. La traverse de 1852 était située entre le ballon et la nacelle, celle de 1855 était au contraire située au-dessus du ballon, Il est clair que ces organes rigides donnent à l'aérostat, même allongé, une stabilité bien supérieure à celle de l'aérostat Dupuy de Lôme, surtout si l'on adopte la disposition de

1852 qui paraît préférable à tous égards. La traverse se trouve en effet maintenue par le ballon et par la nacelle qu'elle est destinée à relier l'un à l'autre.

La traverse horizontale n'est pas plus embarrassante que le cercle des ballons ordinaires, surtout si on prend soin de l'arrimer convenablement. La suppression du cercle n'a jamais été proposée. Pourquoi les aéronautes seraient ils moins indulgents pour une pièce dont ils n'ont rien à redouter, quoi que l'on ait pu dire à ce sujet, et qui est au ballon allongé ce que l'épine dorsale est aux vertébrés.

Deux accidents peuvent être à redouter : le premier est une rupture d'équilibre en l'air, ce qui ne saurait arriver si l'aérostat est maintenu gonflé; le second est une chute lors de l'atterrissage. Ce second ne saurait être admis, car l'atterrissage d'un ballon dirigeable ne doit avoir lieu qu'en cas de désarmement ou de naufrage. Jamais la nacelle d'un ballon dirigeable ne doit toucher terre! Quand le ballon cesse de voyager il faut qu'il flotte en girouette à l'ancrage. C'est dans cette position qu'il doit recevoir son chargement supplémentaire, en eau, en charbon, en gaz et en vivres! Les aéronautes doivent descendre de leur bord et y remonter sans que la nacelle vienne au contact du sol qu'elle doit constamment éviter comme un navire évite un écueil.

Ce résultat, qui peut paraître paradoxal, est très-facile à réaliser avec un ballon allongé dans le rapport de un à six, par exemple. Supposez un cylindre de 20 mètres environ de diamètre, terminé par deux pointes aiguës et long d'environ 120 mètres. L'effort du vent sera véritablement le trentième de l'effort exercé sur le plan mince, c'est-à-dire sur une voile rectangulaire de 320 mètres carrés de section environ. On peut donc estimer qu'elle sera de 11 à 12 kilos au plus par des vents déjà assez notables. Nous négligeons dans ce calcul l'effet des cordages de la nacelle, etc., etc., éléments dont M. Dupuy de Lôme paraît se préoccuper extrêmement, mais sans motif sérieux, suivant nous.

Dans son mémoire, le savant académicien suppose que la résistance des cordages est supérieure à celle de l'aérostat. Nous pensons qu'il commet une erreur sérieuse dans son évaluation. Du reste, s'il en était ainsi, il ne faudrait point se contenter du ballon ovoïde, mais il vaudrait mieux retourner au ballon sphérique, lequel peut être rendu gouvernable avec une surface rectiligne mobile d'une étendue suffisante, et qui offrirait l'avantage de pouvoir se prêter à une diminution considérable du relief offert par le filet.

Quant à l'opération de l'ancrage d'un ballon allongé, elle se réduit à faire marcher la machine à toute vapeur, de manière à diminuer la vitesse du vent et à envoyer à terre un homme qui fixe solidement l'ancre, à moins que l'ancre ne se fixe d'elle-même. Ce dernier cas arrivera très-souvent.

M. Dupuy de Lôme n'a point fait de difficultés à reconnaître lui-même la nécessité d'avoir recours à une machine à vapeur pour remplacer l'action de ses hommes. En effet, le savant inventeur s'exprime ainsi : « Si l'on parvenait à se mettre *bien* à l'abri des dangers que présente une machine à vapeur, on ferait facilement une machine de huit chevaux de 75 kilogrammètres avec le poids des sept hommes dont on pourrait diminuer, l'équipage en conservant seulement un mécanicien sur les huit hommes employés à tourner l'hélice. Le travail moteur serait ainsi de 600 kilogrammètres, c'est-à-dire dix fois plus grand. La vitesse obtenue le 2 février s'élèverait avec le même aérostat à 22 kilomètres à l'heure. Le combustible et l'eau d'alimentation pourraient être prélevés sur le lest de consommation. On obtendrait ainsi un appareil capable non-seulement de se dévier du lit du vent d'un angle considérable par rapport à des vents ordinaires, mais pouvant assez souvent faire route par rapport à la terre dans toutes les directions qu'on voudrait suivre. » Nous ne savons pas *bien* ce que M. Dupuy de Lôme a voulu dire en disant qu'il fallait se mettre *bien* à l'abri de la machine à feu. Mais nous savons que deux fois déjà M. Giffard s'est enlevé dans les airs avec une machine à vapeur sans avoir éprouvé le moindre incendie. Ce que nous savons encore, c'est qu'il est bien à regretter que ces belles expériences aient été oubliées.

Le danger résultant de l'emploi de la vapeur peut être singulièrement diminué à l'aide des dispositions que M. Giffard a employées dans ses deux précédents appareils. En effet, on peut recourber la cheminée de manière à ce que les gaz entraînés par un jet de vapeur soient précipités dans la direction de la terre. Mais avec l'aérostat gigantesque dont il est question.

la distance de la cheminée au ballon sera de vingt mètres, c'est-à-dire suffisante pour empêcher l'incendie, excepté dans un rapide mouvement de descente dont il sera toujours assez facile de se garantir, surtout avec un aérostat dirigeable allongé. En effet, les frottements, qui sont très-considérables, pour s'opposer à la progression horizontale, deviennent alors énormes lorsqu'il s'agit de changer de niveau.

Ceci n'est point un inconvénient pourvu que le ballon puisse facilement parvenir à un niveau très-élevé, car autant les mouvements horizontaux doivent être rapides, autant les mouvements verticaux doivent être lents pour que l'on puisse facilement les régler.

M. Dupuy de Lôme a imaginé un moyen très-ingénieux pour obtenir un gonflement constant de l'aérostat. Un ballonnet dont la capacité est égale à un dixième de celle de son ballon est situé à la partie inférieure. L'air est insufflé dans ce ballonnet à l'aide d'un ventilateur. Mais quand le ballon dépasse la hauteur de 800 mètres, le ballonnet ne peut subvenir à la dépense de gaz. L'aérostat s'étant élevé à une altitude de 1,050 mètres, il est descendu ridé, ce qui n'a produit aucun accident, mais ce qui serait plus grave avec un aérostat allongé.

Le ballonnet devient donc insuffisant pour peu que l'on dépasse une altitude trop faible, non-seulement pour exécuter de véritables manœuvres, mais encore pour franchir certains districts montagneux.

Il faudrait que l'on pût donner au ballonnet un volume égal au tiers ou même à la moitié de l'aérostat pour que l'aéronaute puisse joindre à l'effet de sa machine motrice la recherche des courants aériens, ce qu'il ne peut négliger sans se priver de la majeure partie de ses avantages. En effet, ne serait-il point absurde de rester à ramer contre un vent terrible, quand il suffirait de parcourir verticalement quelques centaines de mètres pour tomber dans le courant opposé.

Le dégonflement partiel ne peut être toléré, mais le ballonnet n'est pas le seul moyen d'en triompher.

Le procédé le plus simple pour obvier à cet inconvénient réel a été employé en partie par M. Giffard dans la construction de ses aérostats captifs de Paris et de Londres. Des sangles ou lanières de caoutchouc contracteront l'étoffe de manière à ce que, même vide du tiers de son gaz, l'aérostat soit encore gonflé. Ce résultat sera d'autant plus facile à obtenir que la maîtresse section sera un ovale aplati par la base. En outre le ballon ne sera point pourvu de pendentifs mis en communication libre avec l'atmosphère. Les tuyaux de décharges seront tous pourvus de soupapes automatiques s'ouvrant sous la pression d'un certain nombre de centimètres d'eau. Bien entendu un manomètre indiquera la pression du gaz et l'on pourra ouvrir la soupape si elle refuse de fonctionner par une cause quelconque.

M. Dupuy de Lôme a employé des vernis à la gélatine dont il a donné la composition, mais les résultats des campagnes d'exploitation des captifs de Paris et Londres ont montré que même sans cette addition, à ce que l'on savait, le problème de la conservation du gaz hydrogène pur était pratiquement résolu. Les principales causes de pertes de gaz seront encore les dilatations dues à la chaleur du soleil ou à l'élévation dans l'atmosphère. Cette première perte sera même plus sensible à l'ancrage que pendant la route, où elle sera toujours faible à cause du refroidissement produit par l'air frottant contre la surface du ballon et lui enlevant le surcroît de température que les rayons du soleil auront pu lui donner. En présence de ces causes de déperdition, on peut négliger les autres dans l'état où est déjà parvenue la science aéronautique. Le ballon doit être peint de couleur blanche, pour diminuer autant que possible l'action du soleil. En effet, M. Dupuy de Lôme est arrivé à un poids de 240 grammes par mètre superficiel, et l'économie résultant de l'emploi d'une enveloppe de soie est donc en réalité bien loin d'être en rapport avec le prix. M. Giffard compte dépenser 150,000 francs pour un aérostat de 20 000 mètres cubes, pesant 6.000 kilos, pouvant porter une machine qui pèsera 6.000 kilos avec son condenseur. Il restera 6.000 kilos disponibles pour le coke, l'eau, l'équipage et les vivres. Aucun de ces résultats ne pourrait économiquement s'obtenir si l'on avait recours à des étoffes de soie.

Nous espérons que le succès des futures expériences sera assez grand pour faire passer dans le domaine des faits pratiques ce qui est aujourd'hui dans le domaine des idées admises. Mais, à la veille d'inévitables entreprises, il nous a paru nécessaire de rappeler les principes

de la science aéronautique telles qu'elles ont été établies depuis longtemps d'une façon très-dangereuse et surtout très-pénible. C'est seulement après trois tentatives infructueuses contrariées par le temps que M. Giffard a pu s'élever de l'hippodrome en 1852, et son expérience de Courcelles ne s'est point terminée sans qu'il fut exposé aux plus grands dangers.

W. DE FONVIELLE.

NOTES RELATIVES A LA MÉDECINE DOSIMÉTRIQUE.

Par le docteur BURGGRÆVE,
Professeur émérite de l'Université de Gand, chirurgien principal de l'hôpital civil de la même ville, etc.

I.

Tout le monde médical comprend la nécessité d'une réforme thérapeutique; aux préparations complexes doivent succéder les préparations nettement définies; aux médicaments composés les médicaments simples, sans aucun de ces mélanges qui en contrarient ou annulent l'action. Il faut donc mettre à la disposition des praticiens des substances actives dosées avec une rigueur, une précision presque mathématique. La forme de ces médicaments n'est pas indifférente non plus; celle en granules doit être préférée, non-seulement à cause de leur ingestion facile, même pour les sujets rebelles à toute médication, comme les enfants, mais parce que le médicament étant porté ainsi, tout d'un coup, dans la profondeur du tube digestif, n'exerce acune action toxique sur le système nerveux cérébro-spinal. Une expérience fera comprendre notre pensée. Voulant nous assurer sur nous-même des effets de l'aconitine, nous avons mâché un granule contenant 1 millième de cet alcaloïde; c'est-à-dire que nous l'avons dissous dans la salive. Aussitôt une chaleur brûlante, comme celle produite par le *daphne mezereum,* et une amertume âcre se sont répandues dans la bouche et le gosier avec une constriction, au point de ne pouvoir ni parler, ni avaler. Il y eut en même temps une vive excitation de la pituitaire et un resserrement des narines rendant tout reniflement ou aspiration impossible. Nous avions des nausées, sans pouvoir faire des renvois ni vomir. Le pouls tomba au-dessous de soixante pulsations et la chaleur de la peau diminua notablement. Cet état pénible se prolongea pendant plusieurs heures; quand il fut dissipé, nous prîmes un granule du même alcaloïde, de demi-heure en demi-heure, jusqu'à concurrence de six, mais en ayant soin cette fois de les avaler sans les mâcher. Aucun des symptômes relatés plus haut ne se manifesta, à part l'état nauséeux et la chute du pouls et de la chaleur.

Il résulte de cette expérience qu'il est dangereux de donner les médicaments héroïques en dissolutions soit aqueuse, soit alcoolique, et que la forme en granules est indispensable, puisque ainsi on n'a que les effets secondaires ou d'absorption.

Un second point est relatif à la *dosimétrie.* Dans la pratique ou thérapeutique actuelle, on admet des *maxima* et des *minima;* mais qui dira qu'un *minima* pour un malade ne sera pas un *maxima* pour un autre, et même davantage? *Remède* et *poison* sont synonymes en grec : en thérapie cela veut dire que les substances héroïques doivent être appropriées à l'impressionnabilité et aux idiosynacrasies du patient. En prenant pour ces médicaments, comme étalon, une quantité *mesurable,* et en la multipliant autant que de besoin, on arrive à ce juste rapport entre le remède et le mal en deçà et au delà duquel il n'y a pas de guérison possible; c'est là ce que nous avons voulu exprimer par le mot *dosimétrie.*

II.

En médecine dosimétrique, un point important, c'est la marche de la médication, c'est-à-dire l'intervalle qu'il faut laisser entre les prises d'un médicament actif. C'est la marche de la maladie elle-même qui doit nous guider ici. Ainsi il est évident que si une affection met à parcourir sa période dynamique quelques heures, seulement, c'est pendant ce terme que l'action curative du médicament doit s'exercer. L'administration à intervalles rapprochés ou coup sur coup est donc une nécessité, si l'on veut éviter que la maladie entre dans la pé-

riode organique où, le plus souvent, elle défie les ressources de l'art. Supposons une inflammation vraie, une pleuro-pneumonie, par exemple. Eh bien! on saignera coup sur coup si l'âge, la constitution ou les forces du malade le permettent ; on révulsera avec énergie, soit sur la peau, soit sur le canal intestinal.

Mais ces moyens sont loin de suffire toujours. Il faut attaquer la dynamicité du mal par des modificateurs vitaux, et, parmi ces derniers principalement, les alcaloïdes qui font tomber le pouls et la chaleur : *vératrine, digitaline;* ceux qui calment les douleurs pongitives : la *cicutine,* l'*aconitine*; ceux qui suppléent à l'impuissance nerveuse : la *strychnine,* etc.

Nous traitions dans ces derniers jours, dans notre service à l'hôpital de Gand, un vieillard atteint de fracture de côte : la respiration était anxieuse et l'asphyxie imminente. Nous administrâmes *l'arséniate de strychnine* (1 milligramme tous les quarts d'heure) ; au vingtième granule, l'oppression avait presque entièrement cessé. On voit par là que la médecine dosimétrique, quoique procédant par de faibles quantités, a une grande puissance.

III.

Il ne suffit pas d'attaquer la dynamicité d'un mal, il faut encore en combattre la spécificité. C'est ainsi qu'en médecine dosimétrique il y a une *dominante* et une *variante,* la première s'adressant à la cause, la seconde aux effets. Procédons encore par exemple : Une ophthalmie aiguë peut exister dans des conditions telles, que si celles-ci ne sont pas bien appréciées par le praticien, la maladie devient incurable. C'est au praticien sagace à faire la part des causes : ainsi le mal est-il rhumatismal, il ne le guérit pas de la même manière que s'il était syphilitique. Il faut l'emploi du modificateur causal. La médecine dosimétrique permet en quelque sorte de tâter le mal. Ce n'est pas de l'empirisme, mais une prudente expérimentation.

« Devine si tu peux, et choisis si tu l'oses! »

Entre cette double alternative, la médecine dosimétrique vient placer sa pierre de touche, et, le plus souvent, le succès vient répondre à ses essais répétés.

IV.

MÉDICATION MORALE.

Il y a dans toute maladie qui se prolonge ce que l'on peut nommer l'élément moral, et qui cependant ne se réduit pas à de banales consolations et à des appels à la patience du malade. En même temps que le repos de la nuit, il faut donner à ce pauvre patient le calme de la journée, lui pour qui les heures sont si longues! diminuer la fièvre, soutenir les forces digestives, etc. C'est au prix de ces adoucissements que l'espoir et la résignation rentreront dans son âme. Grâce aux médicaments dosimétriques, le médecin est armé contre chaque symptôme : avec *l'iodoforme, la codeïne, la narceïne, la morphine*, il calme la souffrance et rappelle le sommeil sans narcotiser le malade; pour combattre la fièvre il a *l'hydroferrocyanate* et *l'arséniate de quinine;* pour dissiper les congestions ou l'hypérémie *la digitaline, l'aconitine, la vératrine;* pour dissiper les dyspepsies, la *quassine;* pour soutenir l'innervation, la *strychnine*, la *brucine*; pour faire cesser le spasme douloureux, la *caféine,* la *cicutine.* l'*hyosciamine*, etc. On voit que si le mal est multiple, le remède l'est également, et, ce qui est heureux, ces médicaments ne fatiguent, ni n'inspirent de dégoût. Le malade voit arriver le médecin avec plaisir parce qu'il sait qu'il lui apporte un adoucissement à ses souffrances.

V.

PYREXIES.

La *médecine dosimétrique* est particulièrement utile dans le traitement des pyrexies. Nous voulons parler des pyrexies dues à des agents spécifiques, miasmatiques ou autres, par conséquent les fièvres contagieuses ou infectieuses, qui toutes exigent un traitemeut spécifique. Dans chacune de ces pyrexies il y a un phénomène initial qui en indique la gravité : le frisson, se reproduisant à des intervalles plus ou moins réguliers, ou n'ayant lieu qu'une fois pour être suivi d'une réaction qui se prolonge autant que la maladie elle-même, c'est-à-dire, pour le malade, le temps de guérir ou de succomber. Le rôle de la médecine dosimétrique est ici tout indiqué, et nous ne croyons pas trop nous aventurer en disant que ce rôle est tout

nouveau. Ainsi, au fort de la réaction d'une fièvre intermittente ou pernicieuse on donne de quart d'heure en quart d'heure 1 ou 2 milligrammes d'*arséniate de strychnine* et d'*arséniate de quinine* sans attendre la pyrexie, qui n'a souvent rien de précis. Tout praticien comprendra l'importance de cette médication dans une maladie où l'attente peut être mortelle.

Dans les fièvres éruptives, le danger est surtout dans la période d'éruption; la chaleur mordicante de la peau empêche l'éruption de se faire, et la précipitation du pouls produit des congestions souvent mortelles. La médecine dosimétrique peut parer à ce double danger, puisque, avec des doses répétées à courts intervalles d'*aconitine*, de *vératrine*, de *digitaline*, elle fait tomber la chaleur du pouls et rend ainsi la fièvre bénigne. Maintes fois il nous est arrivé dans des épidémies, voyant le malade pris tout d'un coup d'un grand accablement, d'administrer 1 granule de ces alcaloïdes tous les quarts d'heure et de voir l'éruption apparaître au bout de 15 ou 20 granules.

Dans les *fièvres typhoïdes*, l'intoxication ne permet pas de les couper comme une fièvre palustre, mais on peut cependant en régulariser le cours et abréger la durée au moyen des *alcaloïdes* et des *arséniates*.

Il en est de même dans l'absorption purulente ou plutôt la septicoémie, ou le *typhus des blessés*.

La médication dosimétrique ne produisant jamais d'irritation intestinale, peut être employée dans les cas les plus aigus.

VI.

SPÉCIALITÉS MÉDICALES.

Loin de nous de contester l'utilité des spécialités; nous sommes les premiers à reconnaître que, dans le traitement de certaines maladies, il faut une habileté que la pratique seule donne. Mais dans ce cas tout ne se réduit pas à des opérations manuelles; derrière ces rouages ou organes, il y a la force qui les met en mouvement, c'est-à-dire la vie. Le point où nous voulons en venir, c'est que le spécialiste, plus peut-être que le chirurgien en général, a besoin de recourir aux modificateurs vitaux. Ces agents, bien employés, rendent quelquefois les opérations inutiles. Nous fûmes consulté par un malade qui, depuis quelques mois, souffrait d'une dysurie pour laquelle il fallait le sonder. Nous crûmes y reconnaître un état spasmodique de la portion membraneuse du canal de l'urètre et une sensibilité morbide du col de la vessie. Notre diagnostic fut confirmé au moyen de quelques granules de *cicutine* et d'*hyoscyamine*.

VII.

NÉVROSES.

Il ne suffit pas de dire : « *Ce sont les nerfs.* » Tout vrai qu'il soit, ce mot ne répond pas à l'idée que le malade se fait du médecin, c'est-à-dire un homme qui soulage alors même qu'il ne peut guérir. La nature n'est pas avare de remèdes, et la médecine dosimétrique permet de les employer sous la forme la plus appropriée et la plus exempte d'inconvénients et de dangers.

Parmi ces modificateurs, nous citerons en première ligne l'*iodoforme*, qui agit à la manière des anesthésiques, et qui convient surtout aux malades d'un tempérament nervoso-lymphatique. En le combinant avec la *codéine*, la *narcéine* et la *morphine*, on calme les irritations du tégument muqueux. Il en est de même de certaines affections irritantes de la peau, qui laissent après elles de la faiblesse des extrémités, preuve que la moelle épinière n'y est pas étrangère. On ne saurait trop avoir cet organe en vue; en dehors de la myélite, il y a une foule d'irritations donnant lieu à des mouvements ou phénomènes morbides réflexes, que l'on comprend sous le titre générique de *névropathie*, sans en déterminer souvent le point de départ ou le siége.

VIII.

DYSPEPSIES.

Il n'y a pas de maladie qui donne plus d'ennui au praticien que la dyspepsie; pour la combattre, il faut avoir à sa disposition un grand nombre de remèdes à sa disposition. Parmi

ces moyens, nous citerons particulièrement la *quassine*, la *brucine*, la *jalapine*, l'*hyoscyamine*, la *caféine*, qui, administrés dosimétriquement, calment ces mille souffrances qui forment le cortége obligé des dyspepsies. La *caféine* est surtout un excellent digestif, puisqu'elle est un excitant général des fonctions de nutrition.

La *quassine* agit à la manière des strychnés, sans en avoir la violence ; on peut donc y avoir recours dans toutes les atonies de l'estomac et des intestins, surtout chez les individus énervés ou blasés par les excès.

La *jalapine* n'a pas les qualités drastiques du jalap en substance, mais cependant active la fin de la digestion.

Ici encore on voit combien les ressources de la médecine dosimétrique sont variées et nombreuses.

IX.

CHLORO-ANÉMIE.

La chloro-anémie est due à la fois à l'insuffisance de la sanguification et de la calorification. C'est donc un état complexe où les systèmes sanguin et nerveux sont également engagés. Si l'hygiène a ici un grand rôle à remplir, la thérapeutique doit également intervenir pour donner, comme on dit, le coup de fouet. En tête des moyens à employer à cet effet, se présentent ceux indiqués par la dyspepsie, c'est-à-dire les nervins tels que la *quassine*, la *brucine*, la *strychnine*, auxquels nous ajouterons l'*ergotine*, puisque ce sont les organes de la vie végétative et subsidiairement ceux de la génération qu'il faut relever de leur torpeur.

Les *ferrugineux* appartiennent plutôt à la diététique ; aussi, parmi ces préparations, faut-il surtout choisir celles qui s'accommodent le mieux avec la digestion. Or, dans la *chloro-anémie* il existe toujours de la dyspepsie. Vouloir forcer l'alimentation serait faire comme le machiniste qui bourrerait sa locomotive de charbon sans avoir soin de la tisonner. Généralement il faut donc débuter par la *quassine*, parce que l'estomac est le ressort principal de l'économie ; une fois ce centre d'activité rétabli, les autres foyers se raniment.

La *caféine* peut être employée dans les irrégularités de circulation qui portent le sang à la tête et occasionnent des migraines.

L'*ergotine* agit sur le système vasculaire en général et particulièrement sur les capillaires sanguins des centres nerveux. Or, on sait que l'*anémie cérébrale* entraîne la céphalalgie comme une espèce de vide dans lequel le sang se précipite. L'emploi de ce médicament est donc autorisé en dehors des conditions spéciales où on l'emploie ordinairement. Il ne faut pas craindre l'action toxique de l'*ergot*, l'ergotisme ne pouvant être occasionné que par des produits qui existent dans l'ergot de seigle, et qui ne se retrouvent plus dans l'ergotine.

La forme *dosimétrique* est d'autant plus favorable ici que l'estomac supporte difficilement les médicaments. Les granules, au contraire, sont facilement tolérés, et avec des médicaments aussi actifs que ceux que nous venons de désigner, il est bon de savoir au juste ce qu'on donne et combien on donne.

X

TUBERCULOSE PULMONAIRE.

Parmi les remèdes contre la phthisie tuberculeuse, deux remontent à la plus haute antiquité, l'*arsenic* et l'*iode*, ce dernier sous forme d'éponge brûlée. Il y a là une idée fondamentale quant à la cause présumée du mal, un vice ou faiblesse du sang. Aujourd'hui nous ne sommes guère plus loin, mais ce n'est pas un motif de désespérer : il n'y a pas de mal, au contraire, qui exige une thérapeutique plus variée, plus sérieuse ; on ne saurait considérer comme telles d'innocentes potions. La médecine dosimétrique nous offre des moyens réels ; ainsi, l'*arsenic*, sous toutes les formes, comme dominante ; *arséniate de soude, d'antimoine, de fer, de quinine, de strychnine*, etc., comme antydiscrasique ; l'*iodoforme* et les différents alcaloïdes de l'opium : *codéine, narcéine, morphine, méconine*, comme sédatifs ; la *digitaline*, la *vératrine*, l'*aconitine*, contre l'hypérémie ; l'*atropine*, l'*hyoscyamine*, contre le spasme ; la *quassine*, contre l'apepsie, etc. La mission de l'art, alors qu'il ne peut guérir, est de soulager. Or, la médecine dosimétrique est agissante sans être perturbatrice. Quelle lueur d'espoir, après

une nuit calme, que la toux n'aura pas troublée par ses douloureux déchirements! La fièvre peut être mitigée; les frissons ou redoublements, sinon coupés, du moins diminués.

XI

MALADIES DES ENFANTS.

Hufeland, dans son *Manuel de Médecine pratique*, basé sur cinquante années d'expérience, a consacré un article spécial aux maladies des enfants, où, entre autres avis sages, il recommande la plus grande prudence dans les doses des médicaments. « Peu, très-peu, dit-il, produit de grands effets. » On ne saurait mieux définir la médecine dosimétrique. Dans les maladies des enfants, deux accidents sont particulièrement à redouter : la douleur et les spasmes. C'est donc à détourner ce double danger que le praticien doit s'attacher. L'opium, auquel on a recours ordinairement, produit souvent des effets diamétralement opposés à ceux qu'on en attend; mais en donnant cette substance dans chacun de ses principes actifs ou *alcaloïdes*, on peut en tirer les plus grands effets. Ainsi, la *morphine*, en granules d'un milligramme, ne congestione ni ne narcotise. Il en est de même avec la *codeïne*, la *narceine*, et le médecin y trouvera d'excellentes ressources dans l'agitation, l'insomnie, la douleur, de même qu'il peut recourir à la *papavérine*, à la *thébaïne*, dans le cas où l'emploi des strychnés pourrait présenter du danger. C'est ainsi que ces agents sont indiqués dans les convulsions cloniques ou par débilité; comme les mydriatiques dans les convulsions cloniques ou trismes qu'on voit survenir pendant la première quinzaine de la vie.

Dans les fièvres exanthématiques, la *digitaline*, la *vératrine*, l'*aconitine* modèrent, dans une juste mesure, l'intensité de la réaction et favorisent ainsi l'éruption.

Chez les enfants, la mobilité nerveuse ne permet pas à l'effort critique de se soutenir longtemps, aussi les fièvres et les inflammations tendent-elles à prendre la forme d'accès, d'autant plus dangereux qu'ils se terminent par exsudation ou épanchement. C'est le cas surtout pour la méningite et le croup. La *quinine*, sous ses formes les plus énergiques, telles que l'*hydroferrocyanate* et l'*arséniate*, doit être employée, et la méthode dosimétrique en fournit toute facilité.

XII.

CONCLUSION.

Il résulte de ce que nous venons de dire qne la médecine dosimétrique a un caractère essentiellement vital et dynamique; on peut se demander ce qu'avec elle deviendra la vieille médecine humorale. Celle-ci ne court aucun risque de disparaître; d'autant moins que l'humorisme est devenu scientifique. Les *ferments* ont remplacé les *humeurs peccantes*. La médecine évacuante aura donc toujours sa raison d'être, mais elle ne sera plus toute la médecine : *purgare et repurgare*.

Une révolution s'est faite dans l'art de guérir: de routinier et empirique, il est devenu expérimental. Avant d'employer un médicament, on veut connaître son action, on le soumet au creuset de l'analyse chimique; on le décompose dans chacun de ses principes; on étudie la manière d'agir de ces derniers, afin de ne pas commettre d'illogismes thérapeutiques. Avant les expériences de Magendie, de M. Claude-Bernard et de tant d'autres, on ne connaissait que vaguement l'action des médicaments composés. L'opium était un sédatif pour les uns, excitant pour les autres, c'est-à-dire une arme à deux tranchants, ainsi que l'a dit Hufeland. S'il y a eu erreur, ce n'est pas du côté de la nature; chez elle : « tout est dans tout. » C'est à la science à en retirer ce qui convient spécialement. En dehors de cette voie il n'y a que tâtonnement; on est cet aveugle dont parle Barthez « qui frappe avec un bâton autour de lui, bienheureux si c'est la maladie et non le malade qu'il attrape. »

Société de thérapeutique.

SÉANCE DU 5 JUILLET 1871.

M. Gubler expose à la Société comment, depuis longtemps déjà, il a essayé de remplacer dans le diabète le sous-nitrate de bismuth; ce dernier médicament ne réussit en effet qu'à

haute dose (1). Or, son prix est fort élevé (2). Il est d'ailleurs parfois rare sur le marché, et il se vend alors des matières où le sous-nitrate de bismuth n'est qu'en très-faible proportion (3). M. Gubler voit donc un avantage à le remplacer même dans les hôpitaux ; car, ajoute-t-il, c'est en faisant des économies, même sur les médicaments, que les médecins peuvent obtenir une amélioration dans la nourriture des malades (4). Il a d'abord essayé l'oxyde de zinc. Il le jugeait innocent, le zinc l'étant lui-même ; il y voyait, entre autres avantages, celui de ne pas masquer la coloration normale des matières, inconvénient réel du sous-nitrate de bismuth, surtout, par exemple, pour le cas où l'on peut soupçonner un méläena, l'oxyde de zinc n'a pas semblé produire de bons effets à dose modérée, 0gr.20 ou 0gr.25 à 0gr.50. M. Gubler a vu les accidents s'accroître, et cela assez de fois pour qu'on puisse hardiment conclure de l'effet à la cause. A haute dose, M. Gubler n'a constaté aucun inconvénient. Ceci semble singulier, ajoute M. Gubler, mais ne l'est pas. Si, en effet, les premières voies renferment beaucoup d'acides lactique, gras, etc., il se fait, par exemple, du lactate de zinc, et si la dose d'oxyde est peu considérable, on a des sels neutres ; si, au contraire, la dose d'oxyde de zinc est plus considérable, l'acide est absorbé par la masse d'oxyde et ce dernier seul reste.

Mais la dose est petite ou grande, selon le chiffre variable et toujours inconnu des acides ; il est donc difficile de doser. M. Gubler a dû renoncer à l'oxyde de zinc pour avoir recours au carbonate calcaire. Seulement, ce dernier corps ne répond pas à toutes les indications du sous-nitrate de bismuth. Il est inoffensif, mais il n'absorbe pas l'hydrogène sulfuré, il ne calme pas le tympanisme ni ne désinfecte les matières. M. Gubler a songé au carbonate de sesquioxyde de fer. Il prescrit donc 4 grammes de carbonate calcaire avec 8gr.50 de carbonate de sesquioxyde de fer. Il ne faut pas forcer la dose : les sels de fer sont astringents, ils stimulent la muqueuse, et, par action réflexe, la tunique musculeuse. Il pense que 0gr.50 suffisent.

Depuis longtemps M. Gubler s'en tient à cette association. Il avait eu jadis occasion de parler à M. Poggiale du succès obtenu par le carbonate calcaire. Pendant le siége de Metz, où les diarrhées furent nombreuses, le sous-nitrate de bismuth étant rapidement venu à manquer, on eut recours avec le plus grand succès au carbonate calcaire. Mieux encore eût valu, ajoute M. Gubler, y associer le carbonate de sesquioxyde de fer. M. Gubler serait heureux de voir ses collègues des hôpitaux essayer ce médicament, et, cela, tant dans l'intérêt des malades que dans celui de l'administration.

M. Blondeau a essayé dans le temps l'oxyde d'étain, qui donne des coliques ; il désirerait connaître sur ce médicament l'opinion de M. Gubler.

M. Gubler croit qu'en thérapeutique il faut se méfier des analogies de famille chimique, car, dans les familles naturelles de corps simples, il y a de grandes différences d'action, et, pour être plus voisin du bismuth, l'étain n'est cependant pas bon, le chlorure d'étain n'est pas inoffensif, et s'il y a de l'acide chlorhydrique dans l'estomac, il se forme facilement du chlorure d'étain.

M. Constantin Paul. — Il est une affection généralement secondaire, c'est la lientérie ; il y a là une hypéresthésie de la muqueuse qui détermine une hypersécrétion et, en même temps, une augmentation de la contraction. Dans cette affection, on avait jadis employé la

---

(1) M. Gubler aura lu sans doute que quelques praticiens, et des plus recommandables, ont employé jusqu'à 80 grammes par jour de sous-nitrate de bismuth pour un même malade, et il aura fait comme eux. Mais si M. Gubler avait essayé d'employer le sous-nitrate de bismuth à l'état d'hydrate, tel que nous l'avons conseillé depuis plus de dix ans et qui est surtout connu dans le commerce sous le nom de *crème de bismuth*, il aurait pu se convaincre qu'avec 25 à 30 grammes de cette bouillie, représentant au plus 7 à 8 grammes de sous-nitrate sec, on remplace sans dégoût pour le malade des doses énormes de poudre de sous-nitrate de bismuth.

(2) Un médicament n'est jamais trop cher quand il guérit.

(3) M. Gubler annonce là un fait bien grave qui nous explique la préférence accordée à notre *crème de bismuth* par les médecins, et surtout à l'étranger. Notre médicament réussirait donc doublement, et à cause de sa nature moléculaire qui le rend de suite absorbable, et, encore, parce que le médicament qu'il remplace est falsifié par des poudres inertes et sans valeur thérapeutique.

(4) Il nous semble qu'à l'hôpital c'est surtout les médicaments qu'o[illegible] [illegible]r les pauvres gens ne peuvent payer les factures exagérées des pharmaciens.

chaux. — Trousseau et Pidoux l'ont recommandée; M. Constantin Paul lui-même s'en est bien trouvé.

M. Blondeau père avait préparé un saccharate de chaux. M. Paul essaye en ce moment avec M. Delpech un phosphate de chaux tribasique. Ce phosphate calme surtout le pyrosis. M. Paul s'associe donc au souhait formulé par M. Gubler.

M. Gubler n'ignore pas l'emploi déjà tenté de toutes ces poudres ; mais, tout en reconnaissant le fait, il n'en est pas moins vrai qu'elles sont abandonnées. A la rigueur, il n'insisterait pas sur l'emploi de telle ou telle de ces poudres voisines l'une de l'autre, et l'essentiel est d'avoir une préparation simple, commode, adosée avec la poudre d'écrevisse ou cyanure (1) de carbonate ou phosphate de chaux. De toutes ces poudres, la meilleure lui semble être le carbonate de chaux. L'acide carbonique a ici sur l'estomac une action qui fait mieux tolérer cette poudre que les phosphates.

M. Delpech annonce à la Société que, d'ici à peu de temps, il sera en mesure de lui montrer le phosphate de chaux tribasique qu'il prépare en ce moment.

M. Mialhe croit que l'étain a l'inconvénient d'être toxique. Le phosphate de chaux est excellent, non pas toutefois celui qui est préparé avec des os calcinés. Quant aux saccharates, il croit qu'ils ont l'inconvénient de ne pas empêcher la causticité de la chaux.

M. Féréol a employé dans la diarrhée des vieillards le phosphate et le carbonate de chaux avec un égal insuccès.

M. Bourdon a essayé un mélange de carbonate de chaux et de sous-nitrate de bismuth ; il croit qu'on peut s'en servir comme M. Gubler le fait du carbonate de sesquioxyde de fer.

M. Gubler souscrit à cette proposition, mais insiste sur l'élévation du prix de sous-nitrate (2).

(*Gazette médicale* du 24 février 1872.)

FAITS DIVERS.

Sur nos relations avec l'Allemagne.

M. Berthelot a publié, dans le *Temps* du 21 février, un article remarquable sur nos relations avec l'Allemagne, dont nous extrayons les passages suivants :

Mon cher ami,

Vous avez désiré savoir à l'occasion mon sentiment sur les choses de ce temps, dans la pensée d'en tirer quelque profit pour notre malheureuse patrie : aujourd'hui chacun a le devoir, parmi les gens qui réfléchissent, de dire son opinion ; le concours de toutes les intelligences, de toutes les bonnes volontés est nécessaire.

C'est des relations morales entre la France et l'Allemagne que je veux vous entretenir aujourd'hui. Nul sujet n'est plus brûlant ; nul n'est plus pénible. Il faut cependant l'aborder ; car les Allemands, nos vainqueurs, semblent comprendre aujourd'hui, je parle des philosophes et des esprits sérieux, que l'humanité ne peut vivre de haine, et que tout progrès est impossible désormais, sans le concours volontaire et amical des grandes nations qui représentent la civilisation moderne : l'Allemagne, la France et, j'ajouterai, l'Angleterre, dont ils ne parlent pas : ce sont là les trois grands facteurs du progrès universel.

Peut-être avons-nous le droit, autant que personne, d'élever la voix aujourd'hui, nous qui, vous le savez, avons réprouvé cette funeste guerre dès son début, et en principe; sans nous préoccuper de l'opportunité qui a déçu tant de gens en juillet 1870. Nous savions, je le répète, que la civilisation moderne repose sur trois peuples, qui devraient rester unis à

---

(1) Cyanure de carbonate. — C'est sans doute une faute d'impression ou une erreur du copiste de la séance.

(2) Nous sommes heureux d'apprendre à M. Gubler que le bismuth est en baisse depuis quelque temps et que, de 45 fr., il est déjà tombé à 30 fr. Nous l'engageons donc à renoncer à tous ses mélanges hétéroclites, et, surtout, à ne pas les encourager chez d'autres pharmacopoles moins habiles que lui à en deviner le danger. Dr Q.

tout jamais et à tout prix : la France, l'Allemagne et l'Angleterre; chacune avec son génie propre et sa part dans le développement historique de la race humaine.

Dès le dix-septième siècle, chaque peuple marque son rôle. Pour ne parler que des sciences mathématiques et physiques, l'initiative de leurs progrès dans les temps modernes est due principalement à quelques hommes : un Italien d'abord, Galilée, héritier de ces grandes traditions du XVIe siècle, que les jésuites et l'Inquisition ont fini par éteindre presque complétement en Italie. Avec le Polonais Copernic (car il ne faut être ingrat envers aucun peuple dans ce concours universel), Galilée est le fondateur de l'astronomie et de la mécanique modernes. Mais le développement scientifique se concentre bientôt en France, en Angleterre et en Allemagne.

En France, Descartes découvre les méthodes de la géométrie analytique, plus durables encore que ses théories philosophiques et cosmogoniques. En Allemagne, Kepler invente les lois du mouvement planétaire, et Leibnitz, esprit français plus qu'allemand peut-être par son éducation et par la clarté de ses conceptions, institue les règles du calcul différentiel, sous une forme et avec une philosophie qui sont encore les nôtres. Allemand ou Français, Leibnitz est l'exemple le plus éclatant sans doute de la hauteur à laquelle peut atteindre un homme dans lequel concourent ces deux génies ethniques, que tant de gens voudraient aujourd'hui nous faire croire inconciliables.

Cependant, à la même époque, l'Angleterre a produit Newton, plus grand peut être que Descartes, Leibnitz et Kepler dans la science de la nature : car Newton a trouvé à la fois les nouvelles méthodes de calcul (sous une forme de langage moins parfaite que Leibnitz, à la vérité) et les lois de l'astronomie; nous n'avons guère fait depuis que développer ses idées et ses doctrines dans l'étude des mouvements des astres.

Ce même concours des trois grands peuples modernes se retrouve lors de la fondation de la science chimique, qui joue un si grand rôle aujourd'hui, soit dans les théories relatives aux atomes et à la constitution des matières, à la formation des astres, à celle des couches successives du globe terrestre, et à l'origine de la vie elle-même; soit dans les applications de l'industrie humaine, qui concernent les métaux, les matières colorantes, les remèdes, l'agrieulture et tant d'autres fabrications.

Vers la fin du XVIIIe siècle et au commencement du XIXe, la chimie a été fondée sur une base durable, après avoir flotté pendant près de deux mille ans à travers des notions mystiques, obscures et incohérentes. C'est un Français, disons-le hardiment, c'est Lavoisier qui a fixé ces notions indécises par le principe définitif de la stabilité de la matière, invariable dans la nature et le poids de ses corps simples. Lavoisier n'a découvert peut-être aucun fait particulier, comme l'ont rappelé dernièrement quelques auteurs allemands dans une intention de dénigrement (1). Mais « ce qu'il y a de plus scientifique, dit Aristote, ce sont les prin-
« cipes et les causes ; car c'est par leur moyen que nous connaissons les autres choses (2). »

Or Lavoisier a découvert le principe fondamental de la chimie : la science date de lui.

Est-ce donc à dire qu'il ait tout aperçu, tout deviné, tracé à tout jamais le plan de la science chimique? Non, sans doute, pas plus que Newton n'a fondé à lui seul l'astronomie. Ici encore se retrouve le concours inévitable des trois grandes nations. Tandis que Lavoisier publiait ses immortelles recherches, les Anglais Priestley et Cavendish découvraient les principaux gaz ainsi que la nature de l'eau, inventions dont Lavoisier s'emparait immédiatement pour affermir sa théorie. Le Suédois Scheele apporta aussi son précieux contingent à l'œuvre commune. Quelques années après, un Anglais de génie, H. Davy, complétait l'édifice par la découverte des métaux alcalins, obtenus à l'aide d'une méthode nouvelle, d'une fécondité indéfinie; je veux dire par l'application aux décompositions chimiques de la pile récemment découverte par un grand Italien, Volta.

(1) La Société chimique de Berlin a refusé de s'associer aux violences de MM. Kolbe et Volhard, contre Lavoisier et les savants français; elle a semblé, par son silence, reconnaître la justice de la protestation élevée par les chimistes russes (Voir *Moniteur scientifique*, janvier, p. 70) contre ces violences et elle a déclaré par la bouche de son président, M. Baeyer, « qu'elle n'avait cessé d'honorer les savants français et les « services qu'ils avaient rendus à la science, sans aucun sentiment de jalousie nationale. BERTHELOT.

(2) *Métaphysique*, livre 1er.

L'Allemagne a marqué également sa place dans la fondation de la science nouvelle. C'est dans les lois de nombre que son œuvre a été surtout caractérisée : Richter, Wenzel, et le grand Berzelius (un Suédois) ont établi les équivalents chimiques, c'est-à-dire une loi aussi générale et aussi absolue en chimie que la loi de Newton en astronomie. Chose remarquable, la part des Allemands dans cette découverte a été surtout expérimentale et pratique, contrairement à l'opinion qu'on se fait en général du génie allemand. Au contraire, la théorie atomique proprement dite, d'un caractère plus abstrait et plus litigieux, est due à un Anglais, Dalton ; tandis que sa démonstration par l'étude physique des gaz a été donnée par un Français, Gay-Lussac. C'est que le génie des races européenes n'est pas si différent qu'on a bien voulu le dire. Donnez-leur une culture commune et aussi haute, et vous verrez partout surgir des inventions également originales.

Le concours de l'Allemagne, de la France et de l'Angleterre se retrouve donc à chaque grande époque dans l'histoire de la science moderne. Je pourrais poursuivre cette démonstration jusque dans les temps présents, et montrer comment aucun des trois peuples n'a jusqu'ici dégénéré de son passé ; comment les substitutions, la théorie des éthers, celle des alcools polyatomiques, la dissociation, la notion des ferments organisés, les méthodes de synthèse des principes organiques ont été surtout établies par des découvertes françaises ; tandis que la théorie des radicaux et celle des éléments polyatomiques sont plutôt des découvertes allemandes ; la théorie électro-chimique et la méthode des doubles décompositions ont été inventées en Angleterre. Enfin, la grande doctrine de l'équivalence des forces naturelles, plus spécialement désignée sous le nom de théorie mécanique de la chaleur, a été aperçue d'abord par un Allemand (Mayer) et par un Anglais (Joule). Développée depuis par un mathématicien allemand (Clausius), elle a été établie en chimie principalement par les expérience des savants français et des savants anglais et danois. Mais je ne veux pas m'étendre sur cette histoire de la science présente ; nous en sommes trop près et nous y sommes trop engagés personnellement, nous et nos amis, pour que nos appréciations ne soient pas réputées, à tort sans doute, suspectes de partialité.

En retraçant cette histoire abrégée des progrès de la science que je connais le mieux, je ne prétends, certes, ni méconnaître le rôle de l'Italie, qui fut si grand dans le passé : plaise à Dieu qu'il reprenne son importance dans l'avenir ! ni le rôle des États-Unis, ou celui de la Russie dans ce même avenir. Mais en fait, je le répète, l'initiative des idées et des découvertes réside depuis plus de deux cents ans au sein des trois peuples : anglais, français, allemand. Leur union et leur sympathie réciproque est indispensable, sous peine d'un abaissement général dans la civilisation.

Histoire de nos relations avec l'Académie de médecine.

PAR MM. J.-B. BAILLIÈRE et FILS.

Brochure in-8°, de 32 pages, 1872.

Si jamais écrit a étonné le corps médical, c'est, à coup sûr, la brochure très-curieuse que viennent de publier MM. J.-B. Baillière et fils. Qui pouvait s'attendre, en effet, que M. J.-B. Baillière, libraire de l'Académie de médecine depuis le 12 décembre 1827, et que l'Académie, dans un de ses jours de justice, avait recommandé au ministre de l'instruction publique pour la croix de la Légion d'honneur, serait brutalement congédié par le conseil d'administration de l'Académie, sous des prétextes aussi futiles que peu exacts, si nous en jugeons toutefois par les explications données par MM. Baillière dans leur brochure?

M. J.-B. Baillière était éditeur, à titre très-onéreux pour lui, des *Mémoires* et du *Bulletin de l'Académie*, et nous sommes assez compétent dans la matière pour estimer à plus de 100,000 francs la perte qu'a dû subir l'éditeur de ces publications. Or, cette perte est due non à l'incapacité du libraire, mais à la paresse des secrétaires chargés de la rédaction du *Bulletin*, qui n'étaient jamais prêts et faisaient attendre indéfiniment leur copie; de là un *Compte-rendu* paraissant sans exactitude et longtemps après celui des nombreux journaux de médecine. Ainsi, alors que le *Compte-rendu* officiel aurait dû servir de planche aux autres journaux, comme cela existe pour celui de l'Académie des sciences, c'était celui de l'Académie qui se servait du compte-rendu des journaux.

Ce que nous disons là passerait certainement pour une calomnie si M. J.-B. Baillière n'en donnait lui-même la preuve dans le passage suivant de sa brochure, page 23. Nous copions textuellement :

« Aux termes de toutes les conventions passées entre l'Académie et M. J.-B. Baillière, la copie devait être remise en bon état par les secrétaires chargés de la surveillance et de la direction du *Bulletin*, ou organes des décisions du conseil pour les *Mémoires*, et des deux côtés on s'engageait réciproquement à la célérité et à la régularité, soit dans la remise du manuscrit, soit dans l'envoi et la correction des épreuves, soit dans la distribution des numéros.

« La copie devait être envoyée en bon état, c'est-à-dire complète, toute prête à être remise à l'ouvrier imprimeur chargé de la composition. »

Or, voici un spécimen de quelques copies de procès-verbaux envoyés à M. J.-B. Baillière pour le *Bulletin :*

« 1° Rapport de M. Béclard sur la thérapeutique respiratoire. (Voir la *Gazette des hôpitaux*, pour la discussion entre le rapporteur M. Durand-Fardel, et M. Chatin. — Insérer le manuscrit de M. Durand.)

Rapport de M. Poggiale sur l'appareil du docteur Lefebvre pour les bains de vapeur.

Point de nouvelles du manuscrit de M. Béclard.

2° Le président annonce la mort de M. Fontan, membre correspondant.

M. Briquet donne lecture des conclusions du rapport sur le choléra.

Voir, pour la discussion qui a suivi la lecture de ces conclusions, la *Gazette des hôpitaux.*

Lecture de M. Voisin.

3° Discours de M. Legouest sur la tombe de M. Jobert.

Discussion sur le mouvement de la population en France. — M. Larrey enverra directement son discours à l'imprimerie.

Lecture de M. Houssard, membre correspondant.

4° Lettre de M. Piorry.

Élection d'un membre correspondant.

Nouveau procédé pour l'extraction des séquestres (voir la *Gazette des hôpitaux).*

Rapport de M. Bergeron sur un mémoire du docteur Lagneau. (Si l'auteur n'envoyait pas son manuscrit, on prendrait dans la *Gazette.*)

Discussion à la suite de ce rapport (voir la *Gazette des hôpitaux*).

Appareil suspenseur de M. Demarquay.

Lettre de M. le docteur de Pfeffer.

Mort de M. Rayer (voir l'*Union*).

Discussion sur la vaccination animale (fin du discours de M. Depaul). — Un journal quelconque, contenant ce discours, sera envoyé à l'imprimerie.

Courte réplique de M. J. Guérin (voir l'*Union*).

Et c'est le secrétaire appointé d'un journal officiel qui rédige de tels procès-verbaux et ose écrire cet ordre : « UN JOURNAL QUELCONQUE SERA ENVOYÉ A L'IMPRIMERIE. »

Étonnez-vous donc si le *Bulletin de l'Académie*, ainsi rédigé, comptait de 125 à 160 abonnements, et si le libraire, obligé d'imprimer à ses frais des volumes de 1,000 à 1,200 pages chaque année, était en perte.

Pour les *Mémoires de l'Académie*, publiés également aux frais de M. J.-B. Baillière, c'était pire encore.

La personne chargée de mettre en ordre cette publication écrivait un jour à M. J.-B. Baillière :

« Je joins à cet envoi une note de M. P..., qui demande que son rapport tout entier figure dans les *Mémoires de l'Académie.* Entre M. Dubois, qui dit non, et M. P..., qui dit oui, je ne me permettrai pas de décider. A vous de savoir ce qu'il y a à faire. »

Les *Mémoires de l'Académie* se vendent à moins de cent exemplaires; qui en sera maintenant étonné? On voit par ces citations de la brochure que MM. Baillière étaient à peu près maîtres de la rédaction, et on a, dès lors, lieu de s'étonner du congé qu'on leur donne basé sur cette immixtion qu'on leur reproche d'avoir commise et qu'ils nient d'ailleurs formellement.

« Il ne convient pas à l'Académie de laisser publier plus longtemps, sous son nom et sous

la responsabilité de ses secrétaires, des comptes-rendus qui ne sont pas la reproduction exacte de ses séances. »

Est-ce la faute de M. Baillière si « UN JOURNAL QUELCONQUE ENVOYÉ A L'IMPRIMERIE » n'a pas reproduit exactement les séances de la savante compagnie?

Aujourd'hui un autre éditeur a remplacé MM. Baillière, et le secrétaire annuel, en présentant le premier numéro du nouveau *Bulletin*, ajoute :

« D'après les conventions passées avec le nouvel éditeur de l'Académie, M. G. Masson, cette série commence avec l'année 1872. Vous pouvez voir, en effet, Messieurs, que ce fascicule, que chacun de vous a reçu hier à domicile, renferme, non pas, comme autrefois, les comptes-rendus des séances du mois précédent ou même de l'avant-dernier mois, mais les comptes-rendus des séances de la première quinzaine de janvier, c'est-à-dire du 2 et du 9 janvier. C'est là, Messieurs, vous le reconnaîtrez certainement, une sérieuse amélioration. »

Très-bien! Monsieur le secrétaire; mais si un jour M. G. Masson est obligé de vous écrire, comme MM. J.-B. Baillière et fils, une lettre pareille à celle que nous trouvons page 25 :

« 8 juillet 1871.

Monsieur,

Nous n'avons encore rien reçu de M. G...

Nous sommes toujours arrêtés dans la composition, ne pouvant rien faire, si on ne nous donne pas la copie.

Veuillez recevoir l'assurance de nos sentiments respectueux et dévoués. J.-B. BAILLIÈRE et fils. »

Il sera impossible à M. G. Masson de continuer l'amélioration dont vous vous réjouissez avec raison, et qu'il vous eût été si facile d'obtenir avec MM. Baillière en mettant plus de zèle dans vos fonctions.

Nous avons cru devoir ne pas laisser passer, sans en démasquer l'hypocrisie, ce petit coup d'État du conseil d'administration de l'Académie; il y a bien d'autres choses encore dans la brochure de MM. Baillière, et, si nous étions un journal médical, nous la reproduirions *in extenso;* mais nous devons nous borner, laissant à d'autres le soin de faire apprécier la moralité de certains corps savants officiels.

Dr Q.

Réponse de M. le docteur Muller à la lettre de M. Joffroy.

Cette réponse assez longue pouvant amener une réplique, nous avons engagé M. Muller, qui veut bien y consentir, à la supprimer. M. Muller prie cependant les lecteurs du *Moniteur scientifique* de se reporter à son mémoire, dont il n'abandonne aucun des arguments, car « le plaidoyer de M. Joffroy *pro domo suâ* » ne peut détruire ce que les physiologistes les plus autorisés et ce que ses propres expériences ont établi.

M. le docteur Muller nous écrit ensuite, et en cela les lecteurs de son mémoire ne pourront que reconnaître la justice de sa plainte :

« J'avais le droit de m'attendre à plus de courtoisie de la part du directeur de la Société de Fray-Bentos. Si d'autres, prenant mes arguments, ont attaqué l'extrait de Liebig en faisant intervenir dans une discussion scientifique la haine du Prussien, je suis, pour ma part, resté complétement étranger à ces discussions. Le lecteur n'a qu'à se reporter à mon mémoire pour se convaincre que mon argumentation a toujours été calme, froide, purement scientifique. »

La franchise de M. Kolbe (1). — Comme Mac Razor, dans *le Trône d'Écosse ou la difficulté de s'asseoir dessus*, M. Kolbe est de bronze, il ne fait pas de concessions. M. Virchow, pour se faire bien venir de l'autre côté du Rhin, avait essayé de prendre la défense de M. Wurtz; il avait donné à entendre que, si M. Kolbe avait eu l'avantage de connaître personnellement l'aimable chimiste alsacien, il aurait évité de lui dire des choses si désobligeantes. Comment? dit M. Kolbe; on croit que j'aurais ménagé quelqu'un parce qu'il aurait été mon ami? Vous me connaissez bien mal! Mais je connais M. Wurtz depuis longtemps; il est très-aimable en société, je ne dis pas le contraire. Il est venu me voir ici, je lui ai tout

(1) Voir la dernière brochure de M. Kolbe publiée en supplément à son *Journal de chimie pratique*.

montré, il m'a même envoyé son rapport avec de belles gravures et une dédicace... Eh bien! qu'est-ce que ça me fait? Ça ne m'empêche pas de lui dire ses vérités. — Et M. Kolbe recommence de plus belle; et il profite de l'occasion pour éreinter son confrère Virchow. — Vous ne prêchez l'indulgence, lui dit-il, que lorsqu'il ne s'agit pas de votre personne; vous pardonnez aux Français les injures qu'ils disent à vos confrères. De quoi cela vous a-t-il servi? Au congrès de Bologne, vos anciens amis de France vous ont tourné le dos quand vous leur avez tendu la main! C'est bien fait... — On dirait que M. Kolbe n'a plus d'autre sujet qui puisse tenter sa plume batailleuse; mais nous l'avertissons charitablement qu'il commence à devenir *raseur;* quelque ennuyeuses que soient les aménités qu'il nous dit, on finit par se lasser de tout.

L'Université de Strasbourg. — Voici les noms des professeurs qui ouvriront des cours à l'Université de Strasbourg au mois d'avril prochain. I. *Faculté de théologie:* Bruch, Reuss, Cunitz, Schmidt, Baum; M. Schultz, de Bâle, ne commencera son cours de dogmatique qu'au mois d'octobre. — II. *Faculté de droit*: Kœppen, Bremer, Laband, Brunner, Hinschius, Schulze, Binding, Lœning. — III. *Faculté de médecine:* Waldeyer, Hoppe-Seyler, de Recklinghausen, Schmiedeberg, Leyden, Lücke, Gussérow, de Kraft-Ebing, Laqueur. — IV. *Faculté de philosophie et des sciences naturelles*: Weizaecker, Baumgarten, Springer, Heiz, Köhler, Studemund, Wilmans, Weber, Laas, Liebmann, Kundt, de Bary, Bayer, Schimper. Un certain nombre de chaires resteront vacantes jusqu'au mois d'octobre (par exemple, l'astronomie et les sciences mathématiques). — Le budget de l'Université pour 1872 est de 750,000 francs.

PUBLICATIONS NOUVELLES.

L'Officine ou RÉPERTOIRE GÉNÉRAL DE PHARMACIE PRATIQUE, contenant le *Dispensaire pharmaceutique,* ou Conspectus des pharmacopées légales et particulières : allemande, américaine, anglaise, belge, espagnole, française, hollandaise, italienne, polonaise, portugaise, russe, sarde, suédoise, etc. ; par DORVAULT. — Huitième édition, revue, corrigée et augmentée. 1 très-fort volume grand in-8 compacte de près de 1,600 pages, avec planches intercalées dans le texte, imprimé sur deux colonnes et contenant la matière de 10 vol. in-8. 1872. — Prix pour Paris : broché, 17 fr.; cartonné, 19 fr.; demi-reliure (tranch. color.) 20 fr.

Prix en plus de celui sus-indiqué et l'ouvrage rendu *franco :*

France et Algérie, 2 fr. — Belgique et Suisse, 2 fr. 50. — Italie, 3 fr. — Grande-Bretagne, Egypte, Grèce et Turquie, 4 fr. — Bavière, Brunswick, Danemarck, Etats-Romains, Norwége, Portugal, Prusse et Suède, 5 fr. — Australie, Californie, Canada, Chine, Confédération Argentine, Cuba, États-Unis, Guadeloupe, Guyane, Haïti, Indes-Orientales, Japon, Martinique, Mexique, Nouvelle-Calédonie, Paraguay, Pays-Bas, Réunion, Saïgon et Sénégal, 6 fr. — Brésil, 7 fr. 50. — Bolivie, Chili, Equateur, Amérique du centre, Nouvelle-Grenade et Pérou, 8 fr. 50. — Bade, Pondichéry, Saxe et Wurtemberg, 9 fr.

NOTA. — Pour l'Autriche, les Iles Ioniennes, la Pologne, la Russie, la Moldavie et la Valachie, il faut s'adresser aux libraires ou commissionnaires, attendu que le prix par la poste est trop élevé.

Annuaire pharmaceutique ou Exposé analytique des travaux de pharmacie, histoire naturelle, médicale, thérapeutique, hygiène, toxicologie, etc.; fondé par O. RÉVEIL, continué par L. PARISEL et rédigé aujourd'hui par C. MEHU, pharmacien de l'hôpital Necker, licencié ès-sciences physiques. — Petit in-18 de 350 pages. Prix : 1 fr. 50 c. — Chez M. J.-B. BAILLIÈRE et fils.

Cet annuaire, création fort heureuse de feu Réveil, est certainement pour le pharmacien le complément indispensable de l'*Officine*, ce livre magistral de M. Dorvault, dont la huitième édition vient de paraître.

Neuf années seulement viennent de s'écouler depuis la publication du premier Annuaire, et, comme le fait remarquer avec tristesse M. Mehu, ses deux premiers rédacteurs sont dans la tombe!

Espérons que M. Mehu, qui vient de prendre leur succession avec infiniment de supériorité, sera plus heureux, et que, nouveau Bouchardat, il fera pour l'Annuaire de M. J.-B. Baillière ce que le professeur d'hygiène de la Faculté a fait pour l'Annuaire de Germer-Baillière.

Nous avons parcouru l'Annuaire 1870-1871 avec beaucoup de fruit, et ne pouvons qu'engager les pharmaciens à se le procurer. Le prix en est d'ailleurs si modique, qu'ils seraient sans excuse de se priver des moyens de se mettre au courant des progrès de la science.

Traité de chimie technologique et industrielle; par Fr. KNAPP, professeur à l'École polytechnique de Brunswick (traduit sur la troisième édition allemande, revu et augmenté avec le concours de l'auteur, sous la direction de E. MÉRIJOT et A. DEBIZE); t. Ier, fascicules I et II, avec de nombreuses figures intercalées dans le texte et des planches séparées. — Paris, DUNOD, éditeur.

Au premier rang des sciences qui ont développé les plus grands progrès dans les arts industriels, il faut placer la chimie, dont les applications merveilleuses nécessiteraient des volumes interminables. On a beaucoup écrit sur ce sujet en France, en Angleterre, en Allemagne. En France, nous ne possédons jusqu'à ce jour que des traités incomplets ou vieillis; dans ces derniers temps, M. Wurtz a commencé la publication d'un Dictionnaire de chimie pure et appliquée dont le succès a été considérable; mais la partie industrielle laisse souvent à désirer. En Angleterre, il existe plusieurs ouvrages de ce genre, mais il y a lieu de leur faire le même reproche; en Allemagne, on avait déjà essayé d'écrire des traités analogues; mais, le plus souvent, ces ouvrages ne sont pas en rapport avec les progrès récents de la chimie, qui s'est beaucoup développée partout depuis trente années.

L'ouvrage dont M. Dunod a entrepris la publication, viendra-t-il combler cette lacune? Je n'oserais l'affirmer; mais ce qui est certain, c'est que le premier volume de M. Knapp, qu'il nous donne aujourd'hui, est un bon répertoire pour les praticiens; trois éditions successives ont prouvé que le professeur de l'École polytechnique de Brunswick n'était pas resté au-dessous du programme qu'il s'était tracé. Ce premier volume comprend deux fascicules importants; dans le premier fascicule, l'auteur s'étend longuement sur l'eau et ses applications; dans le second fascicule, il s'occupe de l'autre élément, le feu; il y parle du combustible et du chauffage. Les matières éclairantes, l'industrie des produits chimiques, la fabrication du verre, la fabrication des poteries, les matériaux de construction, les produits alimentaires et agricoles, les produits industriels pour les vêtements fourniront la matière pour trois ou quatre gros volumes qui seront publiés par fascicules.

Il y aura donc un peu de tout dans l'ouvrage de M. Knapp; j'ai lu le premier volume; il y a beaucoup de bon, de très-bon, car les Alllemands ont du bon, et il faut le leur prendre, ils nous ont donné l'exemple. Du reste, MM. Mérijot et Debize l'ont fait avec succès, car leur traduction est fort élégante; on ne peut mieux réussir; M. Mérijot, qui, au mérite de laborieux et savant traducteur, joint les qualités d'un habile ingénieur, a déjà donné à la science industrielle une traduction d'un excellent traité de fabrication du sucre publié en Allemagne.

Je recommande la lecture de l'ouvrage à tous mes collègues, à ceux du moins qui sont studieux et aiment la chimie. L'Allemagne à part, le traité est très-recommandable; vite, que M. Dunod nous donne le reste. X.

Le démon alcool; ses effets désastreux sur le moral, sur l'intelligence et sur le physique; moyens d'y porter remède; par M. le docteur DESPINE. — Paris, 1871; in-8° de 47 pages. — Prix : 1 fr. 50. — Chez M. F. SAVY, libraire-éditeur, 24, rue Hautefeuille.

18188 PARIS. — Typographie de RENOU et MAULDE, rue de Rivoli, 144.

LIBERTÉ. — ÉGALITÉ. — FRATERNITÉ.

LE MONITEUR SCIENTIFIQUE-QUESNEVILLE.

JOURNAL DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES.

Avec un Bulletin médical et de pharmacie.

LA SANTÉ ET L'HYGIÈNE.

JOURNAL MENSUEL.

ABONNEMENTS : **20** fr. par an FRANCO pour la France, **25** fr. pour l'étranger et **30** fr. pour pays d'outre-mer. — Chaque livraison : **2** francs.

On s'abonne chez M. le docteur QUESNEVILLE, rue de Buci, 12, à Paris.

363e Livraison. MARS. Année 1872.

SOMMAIRE.

Pages

Fermentations. — Discussion (Suite).. 195

Recherches sur les fermentations; par M. Fremy. Première communication, p. 195. — Deuxième communication, p. 202. — Réponse à M. Fremy; par M. Pasteur, p. 207. — Deuxième réponse du même, p. 210.

Étude sur le dosage de l'acide phosphorique dans tous les produits qui intéressent l'agriculture et la physiologie; par M. Joulie........................ 198

Du caoutchouc et de la gutta-percha (Suite), spécialement étudiés au point de vue chimique; par M. T.-M. Blossom.................................. 232

Leçons sur les matières colorantes; par M. le docteur Crace-Calvert.... 241

Sur l'anthracène et ses dérivés (Suite); par M. E. Kopp.................. 252

Sur l'acide disulfanthracénique; par M. Ch. Mayer, de Saint-Galle........ 260

Académie des sciences.. 261

SÉANCE DU 19 FÉVRIER. — Mort de M. S. Laugier. — M. Balard prie M. Fremy de ne pas changer au *Compte-rendu* le texte de ses discours, et nous, les journalistes, de ne se montrer les valets d'armes d'aucun académicien. — M. Serret et M. Le Verrier. — M. Pasteur fait une critique sommaire des dernières expériences de M. Fremy (voir dans ce numéro). — M. Delaunay présente des remarques sur les expériences de M. Wolff. — Sur l'alcool propylique; par MM. I. Pierre et Puchot. — Lettre de Madras, où se trouve M. Janssen. — Analyse spectrale de la lumière zodiacale; par MM. Respighi et Lockyer. — La planète *Dike*. — Les systèmes élémentaires des cubiques; par M. Zeuthen. — Étude des courants d'induction; par M. Soret. — Mesure de la polarisation dans l'élément voltaïque; par M. Branly. — Nouvelle méthode de production du protoxyde de fer anhydre; par M. Tissandier. — Sur la composition de l'iodure d'amidon; par M. Duclaux. — De la fermentation alcoolique du sucre de lait; par M. Blondlot. — Sur les gaz des fumeroles; par M. de Luca. — Le chauffage des vins qui revient sur le tapis. — M. de Lamotte, non Janvier, répond à M. Pasteur. — L'aurore boréale.. 261

SÉANCE DU 26 FÉVRIER. — Élection de MM. Airy et Agassiz comme associés étrangers. — M. Balard, qu'on croirait le grand-père de M. Pasteur, prend la défense de ce dernier contre M. de Lamotte, non Janvier. — M. Paul Thenard se mêle au débat. — Sur l'hydrodynamique des cours d'eau; par M. de Saint-Venant. Cette leçon jette

Pages

du froid sur le vin chaud. — M. Charles Deville parle des orages et des aurores boréales. — Un nouveau théorème sur le spiral réglant des chronomètres ; par M. Phillips. — Le Père Secchi décrit l'aurore boréale du 4 février, telle qu'il l'a vue à Rome. — Détermination des inclinaisons du plan de l'aile aux différents instants de sa révolution ; par M. Marey. — M. G. Planté étudie l'emploi des courants secondaires pour accumuler ou transformer les effets de la pile. — M. Gaugain adresse une note sur les forces électromotrices développées au contact des métaux et des liquides inactifs. — Deux nouveaux isomères du bromure de propylène ; par M. E. Reboul. — Sur l'influence que les changements de pression barométrique exercent sur les phénomènes de la vie; par M. Bert. — Sur la respiration des poissons dans l'eau ; par M. Gréhant. — Modifications anatomiques qui se produisent dans la moelle épinière à la suite d'amputation ; par M. Vulpian. — Moyen de rendre le chloroforme moins dangereux dans l'anesthésie. — Sur les corpuscules organisés de l'atmosphère ; par M. Béchamp. — Toujours l'aurore boréale ; etc., etc. 264

Séance du 4 mars. — Résultat des ensemencements de l'*eucalyptus globulus* à Philippeville; par M. J. Barrot. — M. Gernez adresse une note sur les spectres d'absorption du chlore et du chlorure d'iode. — Sur le fer cristallisé ou « *brûlé* » qu'on obtient en laissant refroidir à l'air une barre de fer de bonne qualité qui a été porté au blanc soudant ; par M. H. Carron. — M. Bouchardat, le fils du *père Bouchardat*, fait connaître ses recherches sur les éthers acétiques de la dulcite. — Sur les bromhydrates et chlorhydrates d'allylène; par M. Reboul. — Sur la pyruvine. — M. W. de Fonvielle cherche à expliquer trois cas de foudre. — Sur l'origine des aurores polaires. — M. Landrin s'occupe de l'action réciproque (par diffusion) des acides et des bases alcalines séparées par une cloison poreuse. — Sur le dosage de l'azote ; par M. Kessler. 269

Essai sur la construction des paratonnerres ; par M. Duchemin..... 271

Brevets d'invention et notices industrielles.......... 273

Procédé de préparation industrielle de l'anthracène (Brevet de la Compagnie parisienne d'éclairage). — Même sujet (Brevet bavarois). — Sur la lumière oxyhydrique proposée par M. Tessié du Motay. — Sur la transformation des matières fécales en engrais pulvérulent ; par M. F. Jean. — Note sur le dosage du glucose ; par le même. — Un nouveau mode de blanchissage. — Les champignons géants. — Oxydation du fer.......... 273

Médecine dosimétrique. — Du traitement de la fièvre ; par M. C. Liebermeister. 280

Les lois de l'alimentation ; importantes expériences ; par M. J. Rambosson. 283

Élection d'un membre dans la section de Pharmacie de l'Académie de médecine. — Élection de M. Lefort.......... 284

Le prix Orfila. — M. Nativelle décroche le prix de 6,000 francs.......... 284

Faits divers.......... 285

Deux lettres d'Allemagne. — Les troubles de la Faculté de médecine.......... 285

Publications nouvelles.......... 286

PUBLICATIONS NOUVELLES.

Les lois de la vie et l'art de prolonger ses jours. Par M. J. Rambosson, lauréat de l'Institut, officier de l'Académie, etc., etc. — 1 vol. in-8 de 456 pages, papier vélin. — Chez Firmin Didot, rue Jacob, 56, à Paris.

—

Mise en valeur des sols pauvres;

Par M. Alph. Fillon, sous-inspecteur des domaines et forêts.

Un volume in-18 de 300 pages. Prix 3 francs. — Chez J. Rothschild, éditeur de la Bibliothèque horticole, agricole, forestière, rue des Saints-Pères, 13. Paris.

FERMENTATIONS. — DISCUSSION.

(Suite. — Voir *Moniteur scientifique*, février 1872, p. 147.)

Recherches sur les fermentations.

(Première communication.)

Par M. E. Fremy (1).

Deux théories de la fermentation se trouvent actuellement en présence : d'une part, celle de M. Pasteur; de l'autre, celle que je soutiens, en m'appuyant sur les travaux d'un grand nombre de savants qui m'ont précédé (2), et sur des observations qui me sont propres.

Plusieurs de nos confrères, qui suivent avec intérêt la discussion qui s'est engagée devant l'Académie, parce qu'ils ont reconnu qu'elle portait sur un des points les plus élevés de la science, ont pensé que, pour éviter tout malentendu, il serait utile, avant d'arriver aux questions expérimentales, de définir exactement les termes de *fermentations* et de *ferments*, et de faire ressortir avec netteté les opinions qui me séparent de mon savant confrère.

Je suis entièrement de cet avis : aussi cette première communication aura-t-elle pour but principal de poser en qnelque sorte les termes précis de la discussion.

En entrant dans ce débat, M. Pasteur me permettra de lui dire que j'éloignerai avec le soin le plus scrupuleux toutes les questions personnelles et irritantes qui pourraient se présenter : je désire conserver à la discussion son caractère purement scientifique, et ne jamais compromettre ces sentiments de bonne confraternité auxquels, pour ma part, j'attache le plus grand prix.

Il est une autre déclaration que je veux faire également devant l'Académie, et dont tout le monde comprendra l'importance et le but.

Les questions que je vais aborder sont de telle nature, qu'il est facile de les faire sortir du domaine scientifique pour les faire entrer sur un terrain brûlant que la science, selon moi, ne doit jamais aborder.

On l'a fait autrefois, on pourrait l'essayer encore aujourd'hui.

Je déclare donc ici que je ne suivrai jamais ceux qui voudraient m'entraîner, à l'occasion des fermentations, dans une discussion qui n'aurait plus le caractère scientifique.

Pour moi, les ferments sont des agents chimiques qui ne diffèrent de nos agents ordinaires que par leur origine; car c'est l'organisme seul qui les produit. Je ne vois donc dans les fermentations que des phénomènes purement chimiques; j'entends les soumettre aux méthodes d'investigation que nous employons d'habitude dans notre science, et je ne comprends pas qu'on leur donne une autre portée.

Ceci dit, j'arrive aux définitions qui m'ont été demandées.

Définition des phénomènes de fermentation.

Pour moi, la fermentation est un phénomène général qui s'étend à presque tous les corps organiques : il a pour but, soit de modifier les principes immédiats qui existent dans l'organisation, soit d'opérer leur combustion lente, sous l'influence de l'oxygène, afin de rendre à l'atmosphère et au sol les éléments qui peuvent donner naissance à des organismes nouveaux.

L'étude de la fermentation, telle que je la comprends, doit donc faire connaître par quelles

(1) *Comptes-rendus*, 29 janvier 1872, p. 276.

(2) Que les savants qui, en France et à l'étranger, se sont occupés avant moi des fermentations et qui ont critiqué les travaux de M. Pasteur veuillent bien m'excuser si je ne rappelle pas ici leurs mémoires : je le ferai plus tard. Mais en voyant avec quelle vivacité j'ai été attaqué dans la dernière séance, j'ai cru devoir entrer seul dans une pareille discussion, et laisser à chacun le soin d'y prendre ensuite la part qui lui conviendrait.

séries de modifications passent les solides et les liquides qui constituent les organismes avant de restituer à l'air leurs éléments sous l'état gazeux : est-il en chimie un sujet de recherches plus étendu et plus intéressant?

Ces transformations si variées et si nombreuses produites par les fermentations ne s'opèrent pas spontanément ; elles exigent l'intervention d'agents spéciaux, créés par l'organisme, et que l'on désigne sous le nom de *ferments*.

Les ferments agissent sur les corps organiques, dans les conditions les plus différentes et suivant le but physiologique qu'ils doivent accomplir.

Tantôt leur action s'exerce d'une façon intra-cellulaire, sans le concours de l'air, comme la diastase qui dissout l'amidon pendant la germination de l'orge, ou comme la pepsine qui coagule la caséine et désagrège la fibrine dans l'appareil digestif.

Dans d'autres cas, les ferments ne se produisent qu'au contact de l'air, comme les ferments alcoolique, lactique, butyrique et acétique : ils opèrent tantôt des dédoublements, tantôt des oxydations.

D'où viennent les ferments et comment se produisent-ils?

Il existe, dans l'organisme, des corps azotés très-complexes, que l'on compare, à tort, aux principes immédiats, qui contiennent tous les éléments des organismes, qui peuvent s'organiser principalement par l'action des tissus vivants : ce sont les corps albumineux, caséiques, fibrineux, etc. ; pour bien exprimer leur tendance à l'organisation, je les ai désignés autrefois sous le nom de corps *hémi-organisés*.

Lorsque ces corps restent dans les conditions normales, c'est-à-dire à l'abri de l'air et dans l'intérieur des tissus, ils concourent naturellement au développement des organismes.

Mais dès qu'ils reçoivent l'influence de l'air, leurs fonctions changent complétement : d'éléments de nutrition qu'ils étaient d'abord, ils deviennent des agents de décomposition ; en un mot, ils se changent en ferments.

M. Pasteur a déclaré souvent que *pour ses contradicteurs la fermentation est un phénomène corrélatif de la mort, tandis qu'il est pour lui corrélatif de la vie.*

Ce reproche, comme je l'ai déjà dit, ne peut pas s'adresser aux opinions que j'ai constamment professées sur l'origine des ferments : j'ai toujours dit, au contraire, que les ferments tels que la levûre, le ferment lactique, la diastase, la pepsine, etc., étaient créés par des organismes vivants.

Seulement, le point capital qui me sépare de M. Pasteur, c'est que, selon moi, les ferments sont formés directement par l'organisation qui modifie les corps hémi-organisés, et qui produit les ferments comme elle forme du reste tous les autres organismes, tandis que, pour mon savant confrère, les ferments dérivent de germes, qui, par conséquent, ne peuvent être engendrés que par des ferments mêmes.

Dans la suite de cette discussion je démontrerai à quelles conséquences inadmissibles conduit la théorie de M. Pasteur.

Je considère donc les ferments comme de véritables agents chimiques créés par l'organisation pour modifier et détruire les substances organiques.

Que l'on me permette de faire remarquer ici que la définition des ferments que je viens de donner diffère entièrement de celle qui est adoptée par M. Pasteur ; elle repose, comme on le voit, sur les fonctions chimiques que remplissent les ferments, et elle est absolument indépendante de leur état physique ou de leur organisation.

Toute définition des ferments qui repose sur leur forme ou leur origine soulève, selon moi, des difficultés insolubles.

Comme tous les corps organiques se modifient et se détruisent à l'air par l'action des ferments, il est probable que le nombre de ces agents de décomposition est considérable, et qu'à chaque groupe de corps organiques appartiennent des ferments spéciaux.

L'existence de ces nombreux ferments, qui se trouvent dans toutes les parties de l'organisme, aussi bien dans les cellules qu'à leur extérieur, qui s'engendrent au moment de la décomposition organique lorsque les tissus doivent se détruire, me paraît être une des plus graves objections que l'on puisse adresser à M. Pasteur, qui fait dériver les ferments de leurs germes atmosphériques.

Je ne sors donc pas de mon sujet en rappelant rapidement ici la part, bien modeste, que j'ai prise dans cet ensemble de recherches, qui a eu pour but d'établir que les fermentations sont beaucoup plus nombreuses qu'on ne le pensait autrefois, et qu'à chaque fermentation appartient un ferment spécial.

En 1841, je publiais avec M. Boutron le mémoire sur *la fermentation lactique :* à cette époque, l'acidification et la coagulation spontanées du lait n'avaient reçu encore aucune explication scientifique.

Nous avons établi les premiers que cette curieuse modification du lait devait être attribuée à un phénomène de fermentation que nous avons désigné sous le nom de *fermentation lactique.*

Nous avons démontré que, dans ce cas, le corps fermentescible était le sucre de lait, et que son ferment dérivait du caséum ; nous l'avons nommé alors *ferment lactique.* C'est ainsi que nous avons distingué nettement, et pour la première fois, le ferment alcoolique du ferment lactique.

Dans ce travail, nous avons dit aussi qu'un même ferment n'est pas propre à déterminer des fermentations différentes, que chaque corps fermentescible demande pour se modifier un agent de décomposition spécial, et qu'une même substance albumineuse, telle que la caséine, peut, suivant les circonstances, donner tantôt le ferment alcoolique, tantôt le ferment lactique.

Depuis 1841 je me suis efforcé, dans différents mémoires, d'étendre les observations précédentes à d'autres modifications organiques.

Ainsi, dans mes recherches sur les corps gélatineux des végétaux, j'ai démontré que lorsqu'un suc de fruit se prend en gelée, c'est que la *pectine* qu'il contient se modifie par l'action d'un ferment que j'ai désigné sous le nom de *pectase,* et qu'elle se transforme en un acide gélatineux qui est l'acide pectique.

Plus tard, dans un travail que j'ai publié sur la maturation des fruits, avec mon savant ami et confrère M. Decaisne, nous avons admis que les principaux changements qui s'opèrent dans le péricarpe des fruits pendant la maturation, et ensuite pendant le blossissement, doivent être attribués à l'action de ferments spéciaux.

Dans mes recherches sur l'huile de palme, j'ai établi que l'acide palmitique libre que l'on trouve dans l'huile naturelle provient d'une modification qui s'est faite sous l'influence d'un ferment que l'huile de palme contient toujours.

Enfin, dans un travail encore inédit, et qui fera suite à mes recherches sur les tissus ligneux, je démontre qu'il existe, à côté des corps cellulosiques, des substances azotées qui peuvent se transformer en ferments et rendre ainsi compte de la décomposition si rapide qu'éprouvent souvent les parties ligneuses contenues dans les engrais.

M. Pasteur m'a reproché devant l'Académie d'entrer dans un débat sur les fermentations sans m'être exercé aux observations microscopiques ; je pensais cependant avoir tiré quelque profit des excellents conseils que mon ami M. Decaisne m'avait donnés, lorsque nous étudiions ensemble, à l'aide du microscope, les cellules du péricarpe des fruits et les tissus ligneux.

Si j'accepte le reproche que mon savant confrère a cru devoir m'adresser, j'espère aussi que, de son côté, il reconnaîtra que des recherches sur les ferments, commencées il y a trente années, me donnent peut-être quelques droits pour prendre aujourd'hi la parole dans une discussion relative aux fermentations.

Théorie de M. Pasteur sur l'origine et le mode d'action des ferments.

Les opinions de M. Pasteur sur l'origine et le mode d'action des ferments sont bien connues.

Notre savant confrère admet que *les fermentations proprement dites* sont produites par des germes de ferments que l'air charie sans cesse, et qu'il sème ensuite dans les liqueurs fermentescibles.

D'après M. Pasteur, on trouve d'une manière nécessaire, dans *toute fermentation proprement dite,* des organismes spéciaux, et une matière fermentescible n'éprouve jamais de fermentation sans qu'il y ait un échange incessant entre le corps qui fermente et les cellules

vivantes qui grandissent ou se multiplient en s'assimilant une partie de la matière fermentescible elle-même.

Je n'ai pas besoin de dire à l'Académie que les citations précédentes sont extraites textuellement des publications de M. Pasteur.

Elles établissent du reste avec une grande netteté les différences qui séparent les deux théories.

M. Pasteur admet que les fermentations sont produites par des germes de ferments que l'air contient, qu'il charrie sans cesse et qu'il sème dans les liqueurs fermentescibles : moi je soutiens que l'existence de ces germes de ferments atmosphériques est une pure hypothèse, qui n'est confirmée par aucune expérience rigoureuse, et que même rien ne prouve que la reproduction des ferments se fasse par des germes.

M. Pasteur croit avoir démontré expérimentalement l'existence des germes de ferments dans l'air, parce que, ajoutant des observations à celles que l'on connaissait déjà, il a prouvé que l'air pouvait contenir des spores de moisissures : *je soutiens que les deux questions sont absolument indépendantes l'une de l'autre.*

Lorsqu'on veut étendre ainsi à la production des ferments les observations que l'on a faites sur la génération des moisissures, on donne à des démonstrations expérimentales une extension qu'elles ne comportent pas ; on sort complétement de la question qu'il s'agit de discuter.

J'étudie, moi aussi, les moisissures, et je démontrerai que les phénomènes qu'elles produisent ne peuvent pas être confondus avec ceux qui sont dus aux ferments.

Une moisissure exige un certain temps pour se développer ; c'est alors seulement qu'elle agit sur les corps fermentescibles, tandis qu'un véritable ferment exerce souvent son influence *immédiatement :* c'est en quelques heures qu'un suc de fruit entre en fermentation et que du lait peut s'aigrir ; la diastase agit instantanément sur l'amidon : l'amygdaline fermente en quelques minutes ; les phénomènes véritables de fermentation se manifestent donc toujours avant l'apparition des moisissures.

Cette confusion que l'on établit entre les ferments et les moisissures est utile, je le sais, à la cause que l'on veut défendre, mais elle ne peut tromper que les personnes qui sont étrangères aux questions qui se discutent en ce moment.

M. Pasteur a donné une théorie physiologique de la fermentation dont je rappellerai le principe : il croit qu'un ferment n'agit sur un corps fermentescible que parce que ce ferment grandit et se multiplie en échangeant une partie de sa propre substance contre celle du corps fermentescible.

Pour combattre cette théorie, il m'est facile d'abord de citer à M. Pasteur un grand nombre de fermentations, aussi bien caractérisées que la fermentation lactique, et qui sont produites par des ferments qui ne grandissent pas, qui ne se multiplient pas et qui n'échangent jamais une partie de leur propre substance contre celle du corps fermentescible ; en un mot, par des ferments qui ne sont pas vivants.

Telles sont les fermentations diastasique, pepsinique, pectique, amygdalique, synapisique, celles des corps gras, de tous les glucosides, des amides, des sels organiques et des tissus ligneux.

En outre, comment ne pas rappeler ici les belles observations de M. Berthelot, qui prouvent que la fermentation alcoolique peut se produire avec les substances azotées les plus diverses, et notamment *avec la gélatine,* composé artificiel, soluble dans l'eau et dénué par conséquent de toute structure organique proprement dite?

Je sais bien que, pour se soustraire aux graves objections qu'il présentait, M. Pasteur a introduit dans ses écrits l'expression de *fermentation proprement dite.*

Ainsi, dans sa dernière réponse à M. Liebig, il dit ; « *Les fermentations proprement dites sont toutes corrélatives de la vie.* »

Plus loin, il ajoute : « *Toutes les fermentations proprement dites deviennent impossibles au libre contact de l'air, à la condition que l'air ne puisse apporter de germes organisés.* »

Je demanderai à notre confrère ce qu'il entend par cette expression si vague et si élastique de *fermentation proprement dite.* Voudrait-il établir une différence entre la fermentation lac-

tique et la fermentation diastasique? Je lui démontrerai alors que les deux phénomènes sont identiques, car dans les deux cas les deux ferments, la diastase et le ferment lactique, produisent des modifications isomériques. Pour moi les phénomènes de la fermentation ne peuvent pas être partagés ainsi en deux classes différentes : un corps fermente ou ne fermente pas.

Si M. Pasteur voulait soutenir qu'une fermentation proprement dite est celle qui est produite par un ferment organisé et vivant, je lui citerais des centaines de fermentations bien caractérisées et qui sont déterminées par des ferments solubles non organisés; je lui rappellerais surtout que tous les sucres éprouvent la fermentation alcoolique par l'action de la gélatine et celle de la caséine.

Cette fois, notre savant confrère ne soutiendra pas, je l'espère, que la fermentation alcoolique n'est pas une fermentation proprement dite, et cependant on lui prouve que cette modification peut être produite par des ferments non organisés.

Ce point de la discussion, qui repose sur une définition, est pour moi de la plus grande importance.

M. Pasteur veut restreindre le phénomène de la fermentation avec son expression de *fermentation proprement dite,* qu'il n'applique qu'à trois ou quatre dédoublements, tandis que moi je soutiens, et je crois être en mesure de prouver, qu'il faut comprendre dans le grand phénomène de la fermentation tous les dédoublements qui ont pour effet de modifier et de détruire les corps organiques sous l'influence des agents créés par l'organisme.

Je crois donc avoir établi, par les considérations précédentes, que la théorie physiologique de la fermentation, proposée par M. Pasteur, n'est plus admissible; j'ai démontré en outre, que, même en acceptant les idées de notre confrère sur les germes atmosphériques des ferments, cette hypothèse ne s'appliquerait qu'à quelques fermentations exceptionnelles, tandis qu'il est prouvé aujourd'hui que de nombreuses fermentations ne sont produites ni par des grains de ferments ni par des corps organisés.

C'est donc à tort, selon moi, que M. Pasteur s'est efforcé de confondre la question toute chimique des fermentations avec cette autre question si controversée des générations spontanées.

Je viens dire à M. Pasteur : Êtes-vous bien certain d'abord que tous ces ferments organisés soient vivants? Mais, si cela est vrai, n'est-il pas beaucoup plus simple d'admettre, avec M. Berthelot, que ces êtres sécrètent les ferments, comme l'orge en germant produit la diastase et comme l'appareil digestif engendre la pepsine.

Et alors, dans cette hypothèse, il n'existe plus deux sortes de fermentations et de ferments; lorsqu'un suc de fruit ou lorsque du lait fermentent, c'est qu'ils ont reçu de l'organisme un corps hémi-organisé, qui ne demande plus que le contact de l'air pour se changer en ferment véritable.

Du reste, pour préciser mieux encore les points sur lesquels porteront mes démonstrations expérimentales, je résumerai ici en quelques mots les bases de la discussion :

1° M. Pasteur croit qu'on peut partager les fermentations en deux classes : je soutiens que toutes les fermentations appartiennent au même ordre de phénomènes;

2° M. Pasteur admet dans l'air l'existence de germes de ferments alcoolique, lactique, butyrique et acétique, car, s'il en admet un, il faut qu'il admette les trois autres; je soutiens que ces germes n'existent pas dans l'air et que rien ne prouve que les ferments dérivent de germes : les observations de Cagniard-Latour, qui établissent que la levûre se reproduit par bourgeonnement, sont en opposition avec les hypothèses de M. Pasteur;

3° M. Pasteur croit qu'un liquide, comme le lait, qui peut éprouver au moins quatre espèces de fermentation, ne peut fermenter que lorsqu'il a reçu de la part de l'air des germes de ferments alcoolique, lactique, butyrique et acétique; je démontrerai que le même lait produit les quatre espèces de fermentation, dans des conditions où il ne peut pas avoir reçu l'influence de prétendus germes atmosphériques;

4° M. Pasteur veut assimiler la génération des moisissures et leur action sur les corps fermentescibles à celles des ferments; j'établirai que cette comparaison est impossible, parce

que les ferments se forment en quelques heures, bien avant les moisissures, et décomposent immédiatement les substances qui peuvent fermenter;

5° Enfin M. Pasteur soutient que les fermentations sont des phénomènes physiologiques qui dépendent de l'organisation et du développement des ferments; moi, au contraire, j'admets, avec un grand nombre de chimistes, que les fermentations sont des phénomènes exclusivement chimiques, indépendants de la forme organique des ferments et de leur développement vital.

Telle est la base du débat qui s'est engagé devant l'Académie; je me proposais, dès cette première communication, de développer déjà quelques démonstrations expérimentales que j'oppose à M. Pasteur.

Mais en lisant le dernier *Compte-rendu de l'Académie*, j'ai reconnu qu'il m'était impossible de laisser sans réponse les objections qui m'ont été faites. Je les aborde donc immédiatement.

On se rappelle l'exclamation de M. Pasteur, lorsque je lui demandais de produire une fermentation alcoolique, lactique ou butyrique, avec une liqueur sucrée qui serait exposée à l'air, et dans laquelle j'introduirais les sels que M. Pasteur considère comme utiles au développement des organismes.

« M. Fremy sait-il bien ce qu'il me demande? s'est écrié M. Pasteur. C'est à peu près de faire pousser du blé sur un terrain couvert d'autres plantes. Dans l'expérience que demande M. Fremy, les productions organiques empêcheront évidemment le ferment alcoolique de se développer. »

Mon savant confrère me permettra de lui dire que cette réponse me paraît d'une extrême faiblesse, et je ne sais pas même si elle a contenté ses chauds partisans.

Dans votre théorie, tous les ferments viennent de l'air; il faut qu'il s'y trouve une bien grande quantité de germes de ferments divers. Car dans toutes les localités, dans une vallée ou sur une montagne, dans des villes comme en pleine mer, du lait ou du suc de raisin éprouvent en quelques heures, vous le savez, les fermentations alcoolique, lactique, butyrique et acétique. Pour mettre votre théorie à l'épreuve de l'expérience, je prends un milieu que vous avez composé, et qui convient, dites-vous, au développement des germes de ferment; je vous demande d'y faire développer vos prétendus germes de ferments au moyen de l'air seul, et vous me répondez que cela est impossible, *parce que la place est prise.*

Il m'est difficile d'accepter votre réponse. D'abord, la place n'est pas prise par des végétations précédentes, car tous les germes sont semés en même temps. Je vous donne huit jours, et un mois, si vous le voulez: aucune moisissure n'apparaîtra dans le liquide; vos germes atmosphériques auront tout le temps de se développer et de faire fermenter la liqueur, si ces germes existent réellement dans l'air.

Vous savez, comme moi, qu'au bout d'un mois, la liqueur n'entrera pas en fermentation. Par conséquent, je suis autorisé à dire que l'air ne contient pas les germes des quatre ferments organisés que vous y admettez, et mon objection conserve toute sa force.

Je sais bien qu'en vous appuyant sur les importants travaux de M. Béchamp, vous me direz peut-être que les moisissures déterminent des fermentations; vous le voyez, au début de cette discussion, en traitant des ferments, j'avais bien raison de me méfier des arguments basés sur le développement des moisissures.

Mais prenez garde; le jour où vous me direz que les ferments dérivent des moisissures, vous serez obligé d'admettre aussi que les organismes se changent les uns dans les autres; je vous prouverai alors que vous abandonnez toutes vos théories et que *vous êtes devenu hétérogéniste.*

Notre savant confrère M. Blanchard a rappelé devant l'Académie que Leeuwenhoek, il y a deux cents ans, avait démontré qu'une eau de pluie qui commence à tomber contient presque toujours des organismes, tandis que l'eau qui tombe depuis un certain temps *n'offre plus aucun organisme vivant.*

Je remercie mon confrère de l'argument qu'il a bien voulu me fournir, et je le retourne contre M. Pasteur. Puisque la pluie, en tombant, entraîne *tous les organismes*, c'est Leeuwenhoek qui l'affirme, elle doit enlever aussi les quatre germes de ferments qui, d'après M. Pasteur, existent dans l'air; je demanderai donc à notre confrère s'il croit que du lait et du vin ne

s'aigriront pas lorsqu'on les exposera à l'air après une longue pluie? S'il le soutenait, je m'engage à lui opposer de nombreuses observations contradictoires.

Pour démontrer que les moisissures proviennent des germes contenus dans l'air, M. Pasteur a emporté ses ballons à col recourbé sur une haute montagne ; il les a remplis d'un air très-pur ; il a démontré que cet air, privé de germes, ne produisait plus de moisissures dans ses liqueurs altérables. Que notre confrère veuille bien recommencer ses expériences avec des liqueurs fermentescibles ; qu'il porte sur une haute montagne du lait ou un suc de fruit, et que même il répète ces expériences en pleine mer, et il reconnaîtra certainement que ces liquides, exposés cependant à un air peu fécond, y fermentent comme dans les villes ; les prétendus germes atmosphériques de ferments ne jouent donc aucun rôle dans les phénomènes de fermentation.

La réponse qui m'a été faite dans la dernière séance par M. Pasteur est beaucoup plus importante que les précédentes ; je me réserve de la discuter longuement dans la suite de ce débat ; mais, dès à présent, il m'est impossible de la laisser passer sans réfutation.

M. Pasteur a annoncé, sous une forme que l'Académie n'a pas oubliée, qu'en écrasant des grains de raisin au contact de l'air privé de germes, il était arrivé à empêcher le liquide de fermenter ; il a paru étonné de ne pouvoir accepter ma défaite *séance tenante*, en présence de son affirmation. Que mon savant confrère me permette de le lui dire : je ne me rends pas aussi facilement. Avant de donner mon opinion sur cette expérience, je viens supplier M. Pasteur de m'en donner tous les détails, et de me permettre de la répéter ; j'ai à faire ici des réserves qui seront comprises par tous les expérimentateurs. Je veux savoir comment M. Pasteur a écrasé ses grains de raisin ; comment il a pu en extraire la partie intérieure sans la mettre au contact soit de la pellicule des grains qui contient des germes, d'après lui, soit de l'air qui en présente également.

Je tiens surtout à connaître la méthode que M. Pasteur a employée pour arrêter les prétendus germes atmosphériques ; ce point est de la plus grande importance, car personne n'ignore que des influences encore inconnues empêchent souvent les liqueurs les plus altérables de produire la fermentation, et que d'autres aussi la déterminent. Telle est, par exemple, l'électricité.

Il ne suffit pas de dire à l'Académie : « J'ai fait une expérience qui, en arrêtant les germes « de l'air, empêche les fermentations de se produire ; donc ces germes sont la cause véritable « du phénomène. » Une pareille expérience, qui est négative, est loin de présenter l'importance que lui suppose notre confrère. On peut obtenir par de telles affirmations un succès momentané, un succès apparent, mais que des expériences ultérieures peuvent renverser. Quand j'aurai répété l'expérience de M. Pasteur, je serai peut-être en droit de lui dire : « Vous « pensiez avoir détruit seulement les germes de l'air, mais vous avez fait tout autre chose ; « votre argument n'a donc pas de valeur ? »

J'ai peut-être en ce moment, dans mon laboratoire, une expérience sur le suc du raisin qui démontrera, en dehors des germes atmosphériques, pourquoi ce liquide ne fermente pas dans l'expérience de M. Pasteur.

Dans une question aussi délicate, je prie donc l'Académie de ne pas se laisser entraîner par l'argumentation ardente de mon savant confrère, et d'attendre, pour se faire une opinion, la contradiction expérimentale.

M. Pasteur m'oppose une expérience ; j'ai, moi aussi, de nombreuses objections expérimentales à lui présenter. Je demande donc que tous ceux qui veulent suivre cette discussion avec impartialité examinent les arguments qui se sont produits de part et d'autre.

La dernière note de M. Pasteur contient une déclaration qui ne sera peut-être pas acceptée par les micrographes, et qui me paraît contraire à tous les écrits précédents de M. Pasteur ; je tiens à la faire ressortir ici, parce qu'elle jouera certainement un rôle considérable dans le débat et qu'elle pourra servir à la cause que je défends.

Ces germes de ferments, que je considérais jusqu'à présent comme invisibles et insaisissables, M. Pasteur les voit aujourd'hui, les recueille et les sème.

Il admet que le germe de la levûre de raisin est celui du *mycoderma vini*, qu'il est un des

germes les plus répandus dans l'atmosphère, et qu'il existe particulièrement dans l'air, au printemps et en été.

Voici donc enfin la théorie de M. Pasteur, qui pourra être soumise à l'épreuve rigoureuse de la méthode expérimentale! Aucune découverte, si elle est vraie, ne sera plus utile à la discussion que celle qui vient d'être faite par M. Pasteur. Toutes les fois qu'un suc de raisin fermentera à l'air, c'est que cet air contiendra, d'après notre confrère, du *mycoderma vini*, dont on pourra constater la présence dans l'air.

Je demande à M. Pasteur ce que deviendra sa théorie si on lui démontre qu'un suc de raisin fermente dans un air qui ne contient pas de germe de *mycoderma vini;* qu'il fermente en hiver comme en été, lorsque le germe du *mycoderma* n'existe pas dans l'atmosphère.

Mais je m'arrête ici dans ce genre d'argumentation, et j'ai hâte d'arriver à une discussion fondée sur des expériences. Ce sera l'objet de ma seconde communication.

Recherches sur les fermentations

(Deuxième communication.)

Par M. E. Fremy (1).

Pour combattre, par des expériences, les idées de M. Pasteur, j'ai institué trois séries d'essais :

1° J'ai produit la fermentation alcoolique, lactique et butyrique dans des conditions où, selon moi, l'existence des germes atmosphériques ne peut pas être admise;

2° J'ai constaté la production des ferments dans des cellules organiques qui ne peuvent pas donner accès aux germes atmosphériques;

3° Pour démontrer que les ferments se transforment les uns dans les autres et qu'ils ne dérivent pas de germes, j'ai produit les trois fermentations alcoolique, lactique et butyrique avec les mêmes organismes et les mêmes liquides fermentescibles.

Les premières expériences que je viens soumettre à l'Académie ont été faites sur l'orge, la levûre de bière, le moût de raisin, le lait et les moisissures.

Orge.

Première expérience. — Le but de cette expérience a été d'étudier dans quelles conditions se forment les différents ferments que l'orge peut produire, et surtout de constater que la levûre sort du grain d'orge même.

J'introduis dans un flacon 100 grammes d'orge germée; je lave cette orge à plusieurs reprises avec de l'eau distillée, je la mets ensuite en contact avec de l'eau sucrée : le flacon est maintenu à la température de 25 degrés.

La liqueur fermente rapidement : les fermentations alcoolique et lactique se produisent simultanément : souvent même la fermentation butyrique se manifeste.

Les grains d'orge se gonflent : il en sort une infinité de petits grains de levûre qui sont entraînés et extraits de l'intérieur de l'orge par des bulles d'acide carbonique : lorsque la fermentation s'arrête, on l'excite de nouveau en remplaçant le liquide alcoolique et acide par une nouvelle eau sucrée : on peut recommencer ainsi l'expérience jusqu'à ce que les grains d'orge soient en quelque sorte vidés.

La levûre qui sort des grains d'orge et qui rend la liqueur laiteuse, présente les caractères chimiques de la levûre lactique.

Dans cette expérience on assiste donc en quelque sorte à la production d'une levûre organisée : on voit chaque grain de levûre sortir de l'intérieur de l'orge : comment admettre, dans ce cas, l'influence des germes atmosphériques qui pénétreraient dans le flacon, traverseraient l'eau pour s'introduire dans chaque grain d'orge : n'est-il pas évident que c'est le grain d'orge lui-même qui, sous l'influence de l'eau sucrée et de l'air, produit les grains de levûre qui arrivent dans le liquide?

M. Pasteur comprendra certainement dans quel esprit cette expérience a été faite : mon seul but était de démontrer que la levûre *sortait* du grain d'orge et se trouvait formée par

(1) *Comptes-rendus*, 5 février 1872, p. 355.

conséquent dans l'*intérieur* du grain et non par les germes de l'air. J'espère donc qu'il ne m'adressera pas cette objection, qui vient à l'esprit de tout le monde : c'est que, par de simples lavages de l'orge, j'aurais pu laisser encore quelques germes attachés à l'extérieur des grains d'orge. Chaque expérience a son but spécial. Plus loin je parlerai de la destruction des germes de l'air; ici, mon but était de prouver que, lorsqu'on abandonne de l'orge dans de l'eau sucrée, c'est de l'intérieur du grain que sortent les levûres.

Deuxième expérience. — 30 grammes d'orge germée concassée sont introduits dans un ballon contenant de l'eau sucrée : le col du ballon est effilé puis recourbé plusieurs fois sur lui-même, d'après les indications de M. Pasteur, de manière à arrêter tous les organismes qui pourraient exister dans l'air.

Je fais bouillir pendant trois quarts d'heure le liquide du ballon, de manière à tuer tous les organismes qui pourraient se trouver à l'extérieur et à l'intérieur des grains d'orge : j'expose ensuite l'appareil à une température de 30 degrés; au bout de quelques jours le liquide entre en fermentation, des gaz se dégagent : on trouve dans la liqueur de l'alcool et de l'acide lactique; la surface du liquide se recouvre d'une sorte de membrane gélatineuse.

Dans cette expérience, l'influence des germes atmosphériques ne peut pas être invoquée; c'est bien le grain d'orge qui, même après la coction, a pu former encore des ferments.

Je pense que, dans cette expérience et d'autres qui vont suivre, M. Pasteur ne fera pas porter ses objections sur la forme et le nombre des courbures du col du ballon : j'ai vu M. Pasteur opérer, et j'affirme que j'ai fait tous mes efforts pour me rapprocher, autant que possible, des dispositions qu'il a adoptées : souvent même j'ai exagéré les précautions qu'il a indiquées.

Levûre de bière.

Troisième expérience. — Pour éclairer les questions qui se rapportent à la génération des ferments et démontrer qu'ils ne dérivent pas de germes spéciaux, il m'a paru intéressant de prouver qu'un ferment alcoolique organisé, comme la levûre de bière, pouvait donner naissance à un autre ferment, lorsqu'on faisait varier la composition du milieu fermentescible.

J'ai partagé de la levûre de bière fraîche en deux poids égaux : j'ai introduit l'un dans de l'eau sucrée, et l'autre dans de l'eau sucrée, avec addition de craie: les deux liquides ont été laissés pendant le même temps à la température de 30 degrés; le premier a produit la fermentation alcoolique, tandis que le second a donné naissance à une fermentation lactique bien caractérisée : j'ai fait cristalliser facilement le lactate de chaux contenu dans la liqueur.

Cette expérience me paraît contredire les idées de M. Pasteur fondées sur la production des ferments organisés dérivant de germes spéciaux, puisqu'un même ferment, la levûre de bière, peut à volonté donner la fermentation alcoolique ou la fermentation lactique.

Dans mes expériences, j'ai souvent employé de la craie; je sais qu'on pourrait me dire que la craie contient des organismes et peut-être des germes de ferments : j'affirme que la craie que j'ai employée a été mise souvent avec des liqueurs sucrées et qu'elle n'a jamais produit de fermentation. En outre, dans les expériences qui vont suivre, les liquides calcaires ont toujours été soumis à une ébullition assez prolongée pour tuer les germes atmosphériques.

Lait.

Le lait se prête parfaitement aux expériences les plus variées sur les fermentations, car il peut produire, comme tout le monde le sait, les fermentations alcoolique, lactique, butyrique et acétique, et il ne se coagule pas par l'ébullition.

Quatrième expérience. — J'ai d'abord reproduit, avec le lait, l'expérience que j'avais faite avec la levûre de bière : j'ai obtenu avec ce liquide des fermentations différentes en faisant varier simplement la réaction chimique du milieu.

J'ai introduit dans trois flacons des quantités égales du même lait ; le premier flacon contenait du lait pur; le second, du lait sucré; le troisième, du lait sucré avec addition de carbonate de chaux. Ces trois flacons ont été exposés à une température de 30 degrés.

Le premier flacon a présenté la fermentation lactique simple; le second, la fermentation lactique et alcoolique; le troisième, les fermentations alcoolique, lactique et butyrique.

Comment expliquer, dans les théories de M. Pasteur, ces trois ferments différents produits, suivant les circonstances de l'opération, par un même liquide, le lait?

N'est-il pas plus naturel d'admettre que c'est le caséum, matière hémi-organisée, qui forme les trois ferments, suivant les conditions de l'expérience? L'habile chimiste de Neufchâtel en Suisse, M. le professeur Sacc, vient de m'écrire qu'il était arrivé au même résultat que moi, avec le caséum coagulé.

Cinquième expérience. — Du lait sucré est introduit dans un ballon à col recourbé, maintenu à l'ébullition pendant un quart d'heure, puis abandonné dans l'étuve à 30 degrés : le liquide entre en fermentation : on trouve de l'alcool et de l'acide lactique dans la liqueur.

Sixième expérience. — La même expérience est répétée avec du lait contenant du carbonate de chaux : on retrouve dans le liquide, après la fermentation, des quantités abondantes de lactate de chaux.

M. Pasteur ne pourra plus ici faire jouer un rôle aux germes atmosphériques, car ils sont arrêtés par les courbures du col du ballon.

En continuant l'expérience, pendant un certain temps, j'ai trouvé dans le liquide une forte proportion d'acide butyrique.

Or on sait que, d'après M. Pasteur, la fermentation butyrique serait produite par des animaux.

Leurs germes ne résistent pas à la température de l'eau bouillante, ils ne peuvent pas pénétrer dans un ballon à col recourbé : comment M. Pasteur expliquera-t-il la fermentation butyrique dans les conditions que je viens d'indiquer?

Pensant qu'on me dirait peut-être que, dans les expériences précédentes, par une chaleur de 100 degrés, je n'avais pas tué les germes des ferments alcoolique, lactique et butyrique, j'ai introduit du lait dans des tubes effilés et recourbés, j'ai fait bouillir le liquide pendant un quart d'heure; l'air étant chassé des tubes, je les ai bouchés pendant l'ébullition du liquide, puis exposés pendant une heure à une température de 110 à 115 degrés, je les ai ouverts ensuite au moment où leur température était encore au-dessus de 100 degrés, et je les ai soumis à 30 degrés pendant quelques jours : dans tous ces liquides, la fermentation lactique s'est manifestée et le lait est devenu acide.

Le même résultat a été obtenu avec du lait contenant du carbonate de chaux; il s'est formé dans ce cas du lactate de chaux.

Qu'on me permette d'insister sur le détail de cette expérience : dans mes premiers essais, j'avais laissé refroidir mes tubes avant de les ouvrir; alors l'air se précipitait rapidement dans l'intérieur; avec cette disposition de l'expérience, j'ai compris qu'on pouvait m'adresser une objection sérieuse en soutenant que l'air s'introduisant avec rapidité dans mes tubes n'avait plus le temps de déposer ses germes sur les courbures du tube : aussi, dans tous mes autres essais, j'ai eu le soin d'ouvrir mes tubes lorsqu'ils se trouvaient encore à la température de 115 degrés. Alors le liquide entre rapidement en ébullition, une partie même se trouve projetée; ensuite il se refroidit lentement, l'air entre dans le tube à mesure que la vapeur se condense, et on se trouve ainsi exactement dans les conditions du ballon à col recourbé, que M. Pasteur a employé si souvent.

Moût de raisin.

J'ai entrepris, comme on doit le penser, une foule d'expériences sur la fermentation du moût de raisin; elles ne sont pas toutes terminées. Je les communiquerai successivement à l'Académie.

Je rappelle ici que je ne partage, en aucune façon, l'opinion de M. Pasteur, qui fait dériver le ferment du raisin du *mycoderma vini.*

Pour moi le raisin contient, sous un état qui n'est ni solide ni liquide, la matière *hémi-organisée* ou *protoplasmatique vivante* des botanistes, qui représente les cellules en voie de formation. Dès que cette matière a le contact de l'air, elle produit alors le ferment du raisin. Cette opinion me semble confirmée par les observations que je vais décrire.

Septième expérience. — J'ai soumis les grains de raisin aux opérations suivantes :

1° J'ai retiré la pulpe extérieure du raisin, je l'ai grattée intérieurement et lavée avec le plus grand soin;

2° J'ai réuni sur un linge les membranes intérieures du grain que j'ai également lavées;

3° En pressant la pulpe sur un linge fin, j'ai obtenu un jus trouble;

4° Ce suc trouble, filtré à plusieurs reprises sur des filtres doubles, a donné un liquide absolument clair.

Ces quatre parties du grain de raisin ont donné lieu aux observations suivantes :

J'ai reconnu que la pulpe extérieure du grain et les membranes intérieures se comportent à peu près de la même manière, lorsqu'on les introduit dans de l'eau sucrée à une température de 30 degrés.

Elles déterminent la fermentation du sucre, mais avec une certaine lenteur; elles forment de l'alcool et d'autres corps que j'étudie en ce moment : elles dégagent un mélange d'acide carbonique et d'hydrogène : j'attribue leur action, comme ferment, à la substance protoplasmatique ou hémi-organisée, qui s'est déposée au contact de l'air et qui est restée adhérente aux membranes.

De tous les éléments du grain de raisin, le suc trouble que l'on obtient en filtrant grossièrement, sur un linge très-fin, le raisin écrasé, est celui qui fermente avec le plus de rapidité; mais ici se présentent plusieurs questions intéressantes.

Quelle est la partie de ce suc qui produit la fermentation? Le ferment se trouve-t-il dans le liquide ou dans le corps insoluble? Quelle est l'action de l'air sur cette liqueur?

J'ai constaté d'abord que l'air paraît agir immédiatement sur le suc du raisin; il augmente le trouble qui s'y trouvait et le réunit bientôt sous la forme d'un coagulum abondant.

Le liquide, filtré à plusieurs reprises, s'éclaircit complétement.

Considérant au microscope le précipité qui s'est produit à l'air, et faisant abstraction des tartrates insolubles et cristallisés qui s'y trouvent, j'ai vu qu'il était formé par un corps azoté, présentant comme une trame d'organisation incomplète.

J'ai reconnu, en outre, que ce précipité faisait entrer en fermentation soit le suc du raisin, soit l'eau sucrée.

Quant au suc éclairci par l'exposition à l'air et les filtrations successives, j'ai constaté qu'il perdait ses facultés fermentescibles à mesure qu'il devenait plus limpide, et qu'un suc absolument clair pouvait rester un mois dans l'étuve sans éprouver de fermentation, tandis que le même suc fermente en douze heures, lorsqu'il est trouble ou qu'il peut se troubler à l'air.

Ces observations me conduisent à des conséquences qui intéressent la production et la conservation des vins, sur lesquelles je reviendrai plus tard.

Je me contente, quant à présent, de faire remarquer qu'elles confirment mes opinions sur le mode de production des ferments, et qu'elles se trouvent en opposition avec celles de M. Pasteur.

Pour moi, en effet, le suc de raisin trouble contenait le protoplasma des botanistes, la matière hémi-organisée vivante; c'est elle qui produit à l'air le ferment alcoolique, tantôt insoluble, tantôt organisé. Ce qui confirme cette opinion, c'est que le suc, une fois éclairci, c'est-à-dire privé, par l'exposition à l'air et la filtration, de son principe hémi-organisé vivant, a perdu en partie son pouvoir fermentescible.

Mais, dans les idées de M. Pasteur, qui admet que le moût de raisin ne fermente que lorsqu'il reçoit de l'air le germe du *mycoderma vini*, comment peut-on comprendre d'abord la puissance fermentescible du précipité qui forme le moût de raisin et ensuite l'inertie du moût filtré?

L'ensemencement atmosphérique de M. Pasteur me paraît ici inacceptable. En effet, si l'air contenait tous ces germes du *mycoderma vini* dont parle notre confrère, je ne vois pas pourquoi du suc de raisin bien éclairci par des filtrations à l'air, et ayant reçu, par conséquent, des germes de *mycoderma vini*, n'entrerait pas en fermentation avec rapidité.

Je ne veux pas dire ici que du moût de raisin éclairci à l'air n'entrera plus jamais en fermentation; j'affirme seulement qu'il y a une différence énorme entre les propriétés fermentescibles d'un suc, au moment où il sort du fruit, et celles du même suc éclairci à l'air; le premier fermente au bout de douze heures, tandis que je conserve le second depuis un mois

dans mon laboratoire, et il ne fermente pas : donc, les germes de l'air sont sans influence sur la fermentation du moût de raisin.

Décomposition des corps organiques par l'action des moisissures.

Lorsque j'ai dit à M. Pasteur qu'il ne fallait pas confondre les phénomènes de fermentation produits par les ferments avec ceux qui sont déterminés par les moisissures, tout le monde m'a compris ; j'ai voulu dire que les premiers sont *instantanés*, tandis que les autres sont *secondaires.*

Mais je n'ai jamais entendu séparer mes études chimiques sur les ferments de celles que je poursuis parallèlement sur les moisissures ; il existe entre ces deux agents de destruction des liens que je ne pouvais pas méconnaître.

Et du reste, si j'avais negligé l'examen des moisissures, je me serais privé d'un des arguments que j'opposerai à la théorie de M. Pasteur, sur l'origine des ferments.

Mes observations ont porté sur les moisissures produites par l'acide tartrique, le citrate de magnésie, la décoction de noix de galle, les eaux de lavage du noir animal des raffineries, le péricarpe des poires, le moût de bière et le moût de raisin.

Huitième expérience. — Avant de soumettre les moisissures aux épreuves de la fermentation, je les ai examinées avec soin au microscope pour ne pas m'exposer au reproche que m'a adressé M. Pasteur, de négliger dans mes recherches les observations microscopiques.

J'ai reconnu que les moisissures étaient formées tantôt par des cellules isolées de grosseur et de forme différentes, comme les spores du *Penicillium glaucum* ou du *mycoderma vini*, tantôt par des tubes transparents et filamenteux, contenant dans leur intérieur des grains organisés comparables à ceux qui constituent la levûre de bière.

Lorsqu'on comprime légèrement ces tubes dans l'eau, ils se vident en partie et laissent sortir dans le liquide une quantité abondante de ces grains organisés.

J'ai recueilli ces grains, comme on récolte de la levûre de bière, et j'ai étudié leur action sur les liquides fermentescibles.

Il est résulté de mes observations que tous ces grains organisés sont de véritables ferments, dont l'action varie suivant leur origine et les organismes qui les ont produits, et qu'ils peuvent donner surtout les fermentations lactique et butyrique.

Cette observation me paraît bien difficile à expliquer dans les idées de M. Pasteur.

En effet, que soutient notre confrère ? c'est que les fermentations alcoolique, lactique et butyrique, sont produites par des germes atmosphériques que l'air sème dans des milieux fermentescibles qui servent simplement de nourriture à ces germes.

Et moi, observant le développement d'une moisissure qui se produit, par exemple, dans l'acide tartrique, je vois apparaître dans le liquide, d'abord des tubes incolores qui se remplissent bientôt de petits grains organisés ; ces grains grossissent, prennent de la couleur et de la densité ; bientôt ils sortent de leur enveloppe tubulaire, s'épanchent dans le liquide *et sont devenus alors de véritables ferments.*

On assiste donc ainsi, comme je l'ai vu précédemment pour l'orge, à la production des ferments organisés ; on les voit se former dans l'intérieur de tubes organisés où les prétendus germes atmosphériques de M. Pasteur n'ont jamais pu pénétrer.

Telles sont les premières expériences que j'oppose aux opinions de M. Pasteur, sur les fermentations. Il m'est facile de les résumer en deux mots.

En étudiant les ferments produits par l'orge, le lait, le moût de raisin et les moisissures, je n'ai pas rencontré encore un seul fait confirmant cette théorie de M. Pasteur, qui fait dériver les ferments alcoolique, lactique et butyrique de germes atmosphériques, tandis que tous les faits relatifs à la formation des ferments s'expliquent en admettant que les corps hémi-organisés sont réellement vivants.

Avant de continuer la publication de mes recherches sur les fermentations, j'attendrai donc la réponse que M. Pasteur m'adressera.

Qu'il me soit permis, en terminant, de dire à l'Académie que, dans mes expériences sur les fermentations, je suis secondé avec beaucoup d'intelligence par un jeune chimiste très-habile, M. Maudet.

Réponse à M. Fremy.

Par M. PASTEUR (1).

Je commence par déclarer à l'Académie que j'accepte sans réserve la proposition faite par M. Dumas dans la dernière séance. Déjà, à deux reprises, j'ai sollicité le jugement direct de l'Académie : une première fois, lorsqu'il s'est agi des contradictions de MM. Pouchet et Joly, et, tout récemment, lors de ma réponse aux critiques de M. Liebig. Je suis d'accord avec ces précédents, en soumettant de nouveau mes expériences à l'examen d'une commission, dans la forme indiquée par M. Dumas ou dans telle forme qu'il plaira à l'Académie de déterminer.

M. Fremy, je regrette d'être obligé d'en faire la remarque dès l'abord, débute dans sa discussion par une suite de pétitions de principes. Exemple :

« Ces transformations, dit M. Fremy, si variées et si nombreuses, produites par les fermentations ne s'opèrent pas spontanément ; elles exigent l'intervention d'agents spéciaux CRÉÉS PAR L'ORGANISME et que l'on désigne sous le nom de *ferments.* »

Mais, ce qui est en discussion est précisément de savoir si les ferments sont CRÉÉS PAR L'ORGANISME ! M. Fremy affirme donc dans sa définition le principe même qui est en question. Autre exemple :

« Lorsque les corps hémi-organisés, dit M. Fremy, restent dans les conditions normales, c'est-à-dire à l'abri de l'air et dans l'intérieur des tissus, ils concourent naturellement au développement des organes. Mais dès qu'ils reçoivent l'influence de l'air, leurs fonctions changent, et d'éléments de nutrition qu'ils étaient d'abord, ils deviennent des agents de décomposition ; en un mot, ils se changent en ferments. »

Mais nous discutons sur la question de savoir si les corps albumineux se changent en ferments organisés. M. Fremy dit *oui;* moi, je dis *non;* sa définition comprend donc encore le principe même qui est en question.

Je pourrais citer bien d'autres exemples de ce qu'on appelle, selon la logique, un faux raisonnement, dans les communications de M. Fremy, qui n'en condamne pas moins mes opinions parce qu'elles ne s'accordent pas avec ses définitions.

« Qu'est-ce que notre confrère entend donc, s'écrie M. Fremy, par cette expression si vague et si élastique de *fermentation proprement dite ?* »

Je le crois bien. M. Fremy a adopté une définition des ferments qui exclut ceux dont je me suis occupé, quoiqu'ils soient seuls en cause, car je n'ai jamais écrit une seule ligne sur la diastase, la pectase, la synaptase, etc. J'appelle *fermentations proprement dites* (M. Fremy doit le savoir mieux que personne) les fermentations que j'ai étudiées et qui comprennent toutes les fermentations les mieux caractérisées, celles qui sont vieilles comme le monde, celles qui donnent le pain, le vin, la bière, le lait aigri, l'urine ammoniacale, etc., etc., celles dont les ferments sont, d'après mes recherches, des êtres vivants qui naissent et se multiplient pendant l'acte de la fermentation.

Ai-je donc été un novateur bien hardi pour avoir ajouté au mot *fermentations* la qualification de *proprement dites,* lorsque j'ai eu à caractériser, en le circonscrivant, le progrès dû à mes recherches, progrès consistant dans la découverte remarquable d'êtres vivants dans toutes les fermentations qui m'ont occupé? Et ce reproche me vient d'un confrère qui a inventé, lui, tant de mots nouveaux pour représenter des choses tout à fait indéterminées, la pectase, la pectose, la parapectine, la métapectine, l'acide pectosique, l'osséine, la conchioline, l'ichtine, l'ichtidine, l'ichtuline, l'acide gommique, etc. (Bien touché, M. Pasteur!)

Considérons la fermentation lactique, puisque M. Fremy a déclaré que c'était une de celles qui avaient ses préférences. Une des hypothèses de M. Fremy est que le caséum est le ferment qui produit la fermentation lactique du lait.

M'étant occupé, après lui, de cette fermentation, j'ai trouvé, contrairement à son opinion, que le caséum n'est pas du tout le ferment de cette fermentation, qu'il est tout au plus l'aliment azoté de ce ferment, lequel est un petit végétal microscopique naissant dans le lait après sa sortie du pis de la vache, s'y nourrissant, s'y multipliant, et que c'est parallèlement à la

(1) *Comptes-rendus*, 12 février 1872, p. 403.

vie de ce champignon qu'il y a fermentation lactique ; qu'enfin, le germe de cet être vient des poussières sur les objets ou en suspension dans l'air. C'est si peu le caséum qui est le ferment du lait, que j'ai produit la fermentation lactique en supprimant tout à fait le caséum et en le remplaçant simplement par un sel d'ammoniaque cristallisé. Avant tous ces progrès dus à mes recherches, M. Fremy était excusable de confondre la fermentation lactique avec la fermentation diastasique, mais aujourd'hui !

M. Fremy me dit : « M. Pasteur voudrait-il établir une différence entre la fermentation lac-« tique et la fermentation diastasique? »

Et comment pourrais-je faire autrement, puisque, indépendamment d'autres différences profondes, la diastase n'est pas un être vivant, et que le ferment lactique en est un. D'ailleurs, qu'importe tout ceci ! La diastase n'est pas en cause. Nous avons à déterminer si le ferment lactique, être vivant, a pour origine le caséum du lait ou un germe venant des poussières de l'air.

M. Fremy parle de mes théories ; mais mes opinions ne sont que l'expression même des faits que j'ai observés. Je ne fais pas d'hypothèses. On disait, avant mes recherches, et M. Fremy a répété encore, il y a quelques jours : « Le caséum, les matières albuminoïdes « sont tantôt ferment alcoolique, tantôt ferment lactique, tantôt ferment butyrique. » Pourquoi affirmé-je que c'est une erreur? Pour me borner à une seule preuve, c'est que je produis les fermentations dont je viens de nommer les ferments sans emploi quelconque de matières albuminoïdes, tout au moins les deux dernières de ces fermentations, et j'ai rendu compte de la difficulté qu'on rencontre pour obtenir la première dans les conditions dont il s'agit.

Je soutiens aussi que les ferments précédents ont leurs germes dans les poussières de l'air. Mais, n'est-ce pas une conclusion forcée de mes expériences, puisque, quand je supprime ces poussières, toutes ces fermentations n'apparaissent plus, et que, d'autre part, si je laisse tomber dans des matières fermentescibles ces mêmes poussières, recueillies, par exemple, sur une bourre d'amiante, la fermentation se déclare absolument comme dans les conditions naturelles ?

Il y a des caractères très-simples auxquels on reconnaît les théories erronées. Généralement, elles ne peuvent prévoir aucun fait nouveau, et toutes les fois qu'un fait de cette nature est découvert, ces théories sont obligées, pour en rendre compte, de greffer une hypothèse nouvelle sur les hypothèses anciennes. Ainsi, je trouve que le ferment lactique n'est pas du caséum, que c'est un être vivant. Comment vais-je accommoder, se dit M. Fremy, la théorie de M. Liebig, que j'ai suivie pas à pas dans mon ancien mémoire sur la fermentation lactique avec ce fait nouveau? M. Fremy est sorti d'embarras en ajoutant une hypothèse nouvelle à celle qui fait le fond de la théorie de M. Liebig. Il ne dit plus, comme autrefois : le caséum est le ferment lactique ; il dit : le caséum est un corps *hémi-organisé* qui a la propriété de s'organiser à l'air pour former le petit champignon lactique de M. Pasteur.

Poursuivons : je découvre un autre fait nouveau, à savoir, que le ferment butyrique est un vibrion. Vite, une nouvelle hypothèse : le caséum hémi-organisé, dit M. Fremy, peut également s'organiser en vibrion. Je découvre encore un autre fait nouveau : l'alcool se transforme à l'air en acide acétique, par l'influence du *mycoderma aceti*. Eh bien! dit M. Fremy, qu'à cela ne tienne : mon caséum hémi-organisé aura la complaisance de s'organiser en *mycoderma aceti*. Et M. Fremy est si bien la dupe inconsciente de toute cette logomachie, que l'Académie a pu voir avec quelle bonne foi notre confrère a repoussé l'observation si vraie de M. Wurtz. Quoi! dit-il, moi le plagiaire de Liebig? Mais, n'ai-je pas couronné la théorie de Liebig de l'hypothèse de l'hémi-organisme?

Le propre des théories vraies, au contraire, c'est d'être l'expression même des faits, d'être commandées et dominées par eux, et de prévoir sûrement des faits nouveaux parce qu'ils sont enchaînés aux premiers. En un mot, le propre de ces théories est la fécondité. C'est le caractère que M. Balard, avec sa bienveillance toute paternelle à mon égard, a voulu faire ressortir en parlant de mes recherches. Il s'agissait bien, dans la parole convaincue de M. Balard, de vains éloges à M. Pasteur ! C'est la fécondité des idées qui me servent de guide, op-

posée à la stérilité de la doctrine allemande défendue par M. Fremy, que M. Balard a proclamée justement comme une preuve de la vérité et une lumière dans cette discussion.

J'en aurais fini avec la première communication de M. Fremy, si je n'y trouvais quelques propositions expérimentales auxquelles M. Fremy paraît attacher une grande importance. Voici une de ces propositions :

« Les phénomènes véritables de fermentation se manifestent donc toujours avant l'apparition des moisissures. »

J'oppose à cette proposition la dénégation la plus absolue, et si M. Fremy le désire, je lui indiquerai le moyen très-simple d'avoir toujours des moisissures avant l'apparition des fermentations.

Voici une autre assertion de M. Fremy :

« La fermentation alcoolique peut se produire avec les substances azotées les plus diverses, et notamment avec la gélatine, composé artificiel (*sic*) soluble dans l'eau et dénué, par conséquent, de toute structure organique proprement dite. »

J'oppose encore à cette proposition une dénégation absolue.

Je ne puis pas abandonner cette communication de M. Fremy sans faire remarquer qu'elle contient une page beaucoup plus sérieuse que toutes les autres. On comprend, à sa lecture, combien M. Fremy était préoccupé en la rédigeant, et quel trouble il y avait alors dans son esprit. Cette page commence ainsi :

« La réponse qui m'a été faite dans la dernière séance par M. Pasteur est beaucoup plus importante que les précédentes ; je me réserve de la discuter longuement dans la suite de ce débat...... »

Il s'agit, en effet de l'expérience sur le jus naturel de raisin, qui, mis au contact de l'air privé de germes, doit forcément, dans l'opinion de M. Fremy, entrer en fermentation, et au contraire, ne pas fermenter du tout, dans la théorie des germes extérieurs. La vraie question était là, et l'on s'étonne à bon droit que M. Fremy ait écrit douze pages d'explications avant d'en venir à cette expérience décisive. M. Fremy me répond : je ne puis discuter cette expérience : vous n'avez pas dit comment vous la faisiez. Sur ce point, je veux encore me taire : M. Fremy me permettra de choisir mon heure. Mais voici une autre expérience identique, faite sur le sang. Assurément, M. Fremy ne dira pas que l'altération du sang au contact de l'air ne rentre pas dans sa définition générale des fermentations.

D'un autre côté, si l'hémi-organisation existe quelque part, ce doit être à coup sûr dans le sang naturel pris sur l'animal vivant en pleine santé.

M. Pasteur décrit ici les dispositions de ses expériences de 1863 sur le sang frais ; puis il continue ainsi :

Dans la prochaine séance, je discuterai les huit expériences de la dernière communication de M. Fremy.

En terminant, j'adresse mes remercîments à ceux de nos confrères qui, en mon absence, ont bien voulu me prêter l'appui de leurs convictions. Devant leurs manifestations et les miennes, M. Fremy se pose en victime. Cependant, il ne devrait pas oublier que si nos répliques le troublent, c'est lui qui les a provoquées.

Au moment où je prenais ici, contre M. Liebig, la défense d'une opinion qui, après tout, appartient à la science française, pourquoi M. Fremy s'est-il fait, d'une manière au moins inopportune, le champion de la science allemande, avec laquelle j'ai hâte de reprendre un débat dont je me suis distrait à regret?

En attendant, je me mets de nouveau à la complète disposition de l'Académie. Je suis prêt à répéter devant mes confrères toutes mes expériences. Ma situation est pourtant bien autre que celle de M. Fremy. Pour notre confrère, qui prétend que les matières fermentescibles trouvent en elles-mêmes leurs ferments, chaque cause d'erreur bénéficie à son opinion. Pour moi, qui soutiens qu'il n'y a pas de fermentations spontanées, je suis tenu d'éloigner toute cause d'erreur et toute influence perturbatrice. Je ne puis maintenir mon sentiment qu'au moyen des expériences les plus irréprochables ; le sien, au contraire, profite de toute expérience insuffisante, et c'est là seulement qu'il a trouvé son appui. C'est ce que j'espère démontrer d'une manière palpable dans une des prochaines séances.

M. LEVERRIER prie M. Pasteur de vouloir bien compléter sa démonstration en disant ce qui arrive quand on brise le col d'un des ballons dans lequel le sang est resté intact.

M. PASTEUR répond à M. Le Verrier que, dans tous les cas, il y a commencement d'altération du sang dans l'intervalle de vingt-quatre ou quarante-huit heures.

M. Pasteur ajoute en outre ce qui suit :

L'expérience sur le sang frais sortant de l'artère ou de la veine de l'animal vivant peut être répétée avec le même succès sur l'urine naturelle. M. Fremy objecte que l'expérience sur le sang n'est pas démonstrative : bien entendu, il ne peut en donner aucune raison sérieuse. Mais, pour l'urine, il ne peut soutenir que ce n'est pas un liquide fermentescible proprement dit, puisqu'il est démontré que c'est un ferment organisé vivant qui provoque la fermentation ammoniacale. Mais je veux aller plus loin. Quoique je n'en aie jamais fait l'épreuve, je déclare ici à M. Fremy que, quand il le voudra, je répéterai l'expérience que je viens de décrire pour le sang et l'urine, EN ME SERVANT DU LAIT NATUREL PRIS DANS LE PIS DE LA VACHE, et voici ce que j'affirme par avance : ce lait gardera indéfiniment son alcalinité au contact de l'air pur, et ne donnera lieu à aucune fermentation quelconque; il éprouvera simplement une oxydation chimique directe qui donnera un léger goût et une odeur faible de suif à la matière grasse.

En résumé, j'affirme que les quatre liquides les plus altérables de l'économie animale et végétale, à savoir : le sang, l'urine, le lait, le jus de raisin, sont incapables d'éprouver aucune fermentation au contact de l'air pur, parce que le corps des animaux et des végétaux est fermé à l'introduction des germes extérieurs de ferments, dans les conditions de santé et de vie normales. Lorsque cette introduction est possible, il en résulte le plus souvent des états maladifs, parfois terribles.

Je pourrais donc reproduire la question que j'ai faite antérieurement à M. Fremy, sous cette nouvelle forme :

M. Fremy confesserait-il ses erreurs si je démontrais que du lait naturel, pris dans le pis de la vache (PAR UN MODE OPÉRATOIRE IDENTIQUE A CELUI QUE JE VIENS DE DÉCRIRE DE VIVE VOIX POUR LE SANG) et mis au contact de l'air privé de germes, ne peut éprouver aucune fermentation quelconque?

Nouvelles observations au sujet des communications de M. Fremy.

Par M. PASTEUR (1)

Ainsi que j'en ai pris l'engagement, je vais dire rapidement ce que je pense des expériences que M. Fremy a publiées dans la séance du 15 février dernier.

Je remarque tout d'abord que, sur les huit expériences, il y en a six faites au libre contact de l'air ordinaire, sans que notre confrère ait pris la moindre précaution pour détruire ou pour éloigner les poussières en suspension dans l'air ou celles qui sont répandues à la surface des parois des vases et des matières dont il s'est servi. Ces six expériences pourraient donc être invoquées par moi, non comme des preuves de mon opinion, parce qu'elles ne réunissent pas les conditions d'expériences délicates et probantes, mais tout au moins comme incapables d'infirmer, en quoi que ce soit, les résultats de mes recherches.

Je n'en ferai donc qu'une critique très-brève, en m'attachant d'ailleurs, soit aux termes mêmes de la lecture de M. Fremy, soit à ceux de sa note rectifiée telle qu'elle a paru au *Compte-rendu*.

Première expérience de M. Fremy. — « Le but de cette expérience, dit M. Fremy, a été « surtout de constater que la levûre sort des grains d'orge même. J'introduis dans un flacon « 100 grammes d'orge germée; je lave cette orge à plusieurs reprises avec de l'eau distillée; « je la mets ensuite en contact avec de l'eau sucrée : le flacon est maintenu à la température de 25 degrés. »

M. Fremy dit en propres termes : « On voit chaque grain de levûre sortir de l'intérieur « de l'orge. » Et comment donc M. Fremy a-t-il pu faire cette singulière observation? Est-ce

(1) *Comptes-rendus* du 19 février 1872, p. 505.

à l'œil nu qu'il a vu les choses qu'il décrit, ou au microscope? Il ne s'en explique pas; mais qu'il me suffise de rappeler à l'Académie qu'il s'agit ici d'une levûre dont les articles ont seulement 1 à 2 millièmes de millimètre de diamètre.

M. Fremy aurait eu un moyen bien simple de s'assurer de ce qui se passe dans cette expérience. Après avoir laissé les grains d'orge avec l'eau sucrée pendant un temps relativement très-court, il aurait pu décanter la liqueur, éloigner tous les grains d'orge et voir qu'alors, en l'absence de ces grains, il y avait fermentation, avec production des mêmes organismes que dans son expérience brute. Ce n'est donc pas de l'intérieur des grains d'orge que sort la levûre, comme le veut M. Fremy, puisqu'elle se produit quand les grains d'orge sont absents.

Troisième expérience de M. Fremy. — M. Fremy ajoute de la levûre de bière à de l'eau sucrée mêlée à de la craie en poudre; il en résulte une fermentation alcoolique et lactique, et notre confrère en déduit que la levûre de bière peut à volonté donner la fermentation alcoolique et la fermentation lactique. Rien n'est plus erroné que cette interprétation. L'expérience dont parle M. Fremy est précisément une de celles que j'ai employées jadis moi-même pour montrer avec quelle facilité la levûre lactique prend naissance dans un milieu sucré auquel on a ajouté de la craie. Ce n'est pas du tout, comme le dit M. Fremy, la levûre de bière qui produit la fermentation lactique; de la levûre lactique naît pendant la fermentation, et c'est elle, elle seule qui détermine la formation de l'acide lactique.

Quatrième, cinquième et sixième expériences de M. Fremy. — On voit bien, à la lecture de ces trois expériences, que M. Fremy n'y attache pas grand intérêt. Je les passerai sous silence, à moins, toutefois, que M. Fremy ne désire que je m'arrête à les critiquer. Je réserve néanmoins la seconde forme que M. Fremy donne à sa sixième expérience, parce que notre confrère s'est attaché ici à détruire les germes que pouvait apporter le lait, matière fermentescible dont il s'est servi. Je vais y revenir dans un instant.

Septième expérience. — Elle porte sur le moût de raisin. Faite au contact de l'air ordinaire, au contact des poussières de la surface des grains de raisin, c'est encore une de ces expériences confuses qui ne peuvent conduire à un résultat dégagé d'incertitude. Je suis surpris que notre confrère s'étonne que le moût de raisin, filtré à plusieurs reprises, mette plus de temps à entrer en fermentation que le moût brut. Si, comme je le soutiens, la levûre du moût de raisin provient des germes qui sont à la surface des grains de raisin, quoi de plus naturel qu'une filtration soignée, qui doit éloigner ces germes, au moins en grande partie, retarde la fermentation du moût filtré? C'est le contraire qui aurait lieu de surprendre.

Huitième expérience. — Cette huitième expérience de M. Fremy offre un intérêt particulier. Je n'hésite pas à déclarer qu'elle constitue une importante découverte physiologique. En effet, M. Fremy prend une moisissure qui a poussé, par exemple, dans une solution d'acide tartrique; il aperçoit dans les tubes du mycelium de cette moisissure de petits corps ronds; il broie cette moisissure dans de l'eau sucrée, et il assiste alors, nous dit-il, à la transformation de ces petits corps en véritables cellules de ferments, surtout des ferments lactique et butyrique, dit M. Fremy. Ce résultat, s'il était exact, ne contredirait pas mon opinion, puisque M. Fremy admet, au moins je le pense, que la moisissure de l'acide tartrique a pris son germe dans l'air atmosphérique. Ce serait un fait du même ordre que celui que j'ai publié en 1862 au sujet du *mycoderma vini*, qui peut se transformer en levûre alcoolique. Toutefois, et jusqu'à ce que M. Fremy ait publié les preuves de cette formation des levûres lactique et butyrique à l'aide de petits corps sortis des tubes de mycelium d'une moisissure, j'en conteste l'exactitude d'une manière absolue.

Voilà ce que je pense, en gros, des six expériences que M. Fremy a faite au libre contact de l'air, expériences qui ne peuvent rien prouver, soit pour, soit contre sa manière de voir. Ce sont des fermentations comme on en a fait de tous temps, où se trouvent réalisées certaines conditions propres à la naissance et à la multiplication des ferments, mais qui ne peuvent, en quoi que ce soit, servir à résoudre la question de l'origine de ces organismes.

J'ai dit que, parmi les huit expériences de M. Fremy, il y en avait deux imitées de celles que j'ai publiées, et où M. Fremy s'est attaché à détruire les germes que l'air et les pous-

sières à la surface des objets pouvaient apporter; dans ces expériences, néanmoins, notre confrère a vu naître des ferments vivants. Ici donc, il y a contradiction formelle avec les résultats que j'ai publiés.

La première de ces deux expériences porte sur l'orge germée, et la seconde sur le lait.

L'expérience sur le lait est la seule qui ait une apparence de valeur, car M. Fremy a vu se produire des organismes dans du lait qui avait subi une température de 115 degrés, et j'ai affirmé jadis que cette température était plus que suffisante pour rendre le lait inaltérable lorsqu'on l'exposait ensuite au contact de l'air pur. M. Fremy a montré à l'Académie, en mon absence, des vases contenant du lait altéré, quoique ce lait eût été préparé dans les conditions que je rappelle.

Je réponds que l'expérience de M. Fremy a été mal faite, car voici un vase dont l'ouverture du col effilé est tournée vers le bas, et où le lait reste intact, quoi qu'il se trouve depuis une douzaine de jours à une température comprise, jour et nuit, entre 28 et 30 degrés. Un vase pareil, qui ne s'était pas altéré au bout de plusieurs jours, a été découvert, et le surlendemain, on pouvait y distinguer au microscope au moins trois sortes d'organismes. Aujourd'hui le lait est caillé par suite des fermentations que ces organismes ont provoquées.

J'ai dit que l'expérience sur les grains d'orge germés était sans valeur, car j'ai donné, dans mon mémoire de 1862, une méthode générale pour préparer des liquides propres à s'altérer après une ébullition à 100 degrés; mais ces mêmes liquides demeurent sans altération au contact de l'air pur, si l'ébullition a lieu à 100 et quelques degrés. Le lait est dans ce cas. J'ai répété dans ces conditions cette expérience sur les grains d'orge, et la liqueur n'a pas encore donné la moindre apparence de fermentation alcoolique, ni lactique, ni butyrique, quoique les vases soient dans une étuve dont la température reste comprise, jour et nuit, entre 28 et 30 degrés.

M. Pasteur, après avoir terminé sa lecture, dépose sur le bureau de l'Académie deux tubes contenant l'un du moût de raisin, l'autre du moût d'orange, moûts naturels, exposés au contact de l'air privé de ses germes. Ces liquides n'éprouvent aucune altération et ne donnent naissance à aucun organisme, ni ferments, ni moisissures. Pourtant, le premier tube, celui du moût de raisin, est à une température de 30 degrés depuis le 13 janvier, et celui de l'orange, à la même température depuis le 8 février.

Sur la demande que lui en adresse M. Fremy, M. Pasteur fait don de ces deux tubes à son confrère en le priant d'en observer le contenu au microscope et de s'assurer à la fois de la présence de l'air atmosphérique, notamment du gaz oxygène, et de l'absence de tout organisme.

Pendant le comité secret, qui a suivi la séance, M. Pasteur a fait chercher du papier de tournesol rouge, a brisé, en présence de M. Fremy, le ballon de lait conservé qu'il venait de présenter à l'Académie comme preuve de l'erreur grave commise par M. Fremy dans sa sixième expérience, et il a reconnu que ce lait était encore alcalin comme le lait frais naturel. M. Fremy a même goûté ce lait, et s'est trouvé dans la nécessité de déclarer qu'il n'était pas du tout altéré.

ÉTUDE SUR LE DOSAGE DE L'ACIDE PHOSPHORIQUE

DANS

TOUS LES PRODUITS QUI INTÉRESSENT L'AGRICULTURE ET LA PHYSIOLOGIE.

Par M. Joulie.

I.

Depuis la découverte des propriétés fertilisantes du noir de raffinerie et des produits d'os, le commerce des phosphates sous toutes les formes possibles prend de jour en jour plus d'extension. La fabrication des superphosphates, qui se fait en Angleterre sur une très-vaste

échelle, s'est introduite dans notre pays il y a à peine quelques années avec l'usage des engrais chimiques, et déjà cette branche d'industrie, très-florissante, donne lieu à des transactions tellement importantes que tous les jours les essayeurs du commerce sont appelés à titrer ces produits.

Au début, les noirs d'os avaient une si faible valeur que personne assurément ne pouvait songer à les falsifier, mais, à mesure que leurs propriétés fertilisantes furent mieux connues et mieux appréciées, le prix s'éleva et bientôt il se produisit des industries interlopes qui, tentées par l'appât d'un gain facile, se mirent à mélanger aux noirs destinés à l'agriculture toutes sortes de matières plus ou moins brunes, mais toutes d'une valeur complétement nulle. On en vint même à vendre comme noir d'os des matières qui n'en contenaient pas un atome et qui n'étaient autre chose que de l'argile tourbeuse carbonisée.

Les réclamations nombreuses suscitées par ces fraudes éhontées éveillèrent peu à peu la sollicitude de l'administration et la préfecture de Nantes, principal centre du commerce des noirs, prit l'initiative de la création d'un laboratoire pour l'essai des engrais. M. Bobierre, professeur de chimie de la ville, fut chargé de la direction de cette institution qui a rendu et rend encore tous les jours d'éminents services à l'agriculture.

Les analyses devaient être très-nombreuses et livrées à bon marché, il fallait donc des méthodes rapides et peu dispendieuses. D'ailleurs, il s'agissait bien moins alors de faire des analyses rigoureuses que de donner des indications suffisantes pour empêcher les voleurs de poursuivre impunément leur industrie illicite. M. Bobierre adopta donc pour l'essai des noirs la méthode qui est décrite dans ses ouvrages et qui peut se résumer dans les opérations suivantes :

Dessiccation de l'échantillon et incinération s'il y a lieu.

Pesée de 1 gramme de la matière sèche ou de la cendre.

Dissolution dans l'acide nitrique étendu et séparation par le filtre de la partie insoluble.

Précipitation par l'ammoniaque en excès.

Le précipité recueilli, lavé, séché et calciné était pesé et considéré comme phosphate de chaux pur.

Cette méthode rapide donnait avec les noirs des indications assez rapprochées de la vérité pour que, au début, lorsqu'il s'agissait seulement de commencer à mettre un peu d'ordre dans ce commerce, elle pût être acceptée sans grands inconvénients. Elle fut promptement adoptée par beaucoup d'essayeurs et notamment par tous les élèves de M. Bobierre; si bien que pendant longtemps elle fit la loi entre vendeurs et acheteurs et qu'elle est encore désignée aujourd'hui sous le nom de méthode commerciale.

Le succès des noirs en agriculture, d'abord attribué à l'azote qu'ils contiennent en petite quantité, mais ensuite rapporté avec beaucoup plus de raison aux phosphates de chaux et de magnésie dont ils sont très-riches, devait nécessairement faire rechercher d'autres sources de phosphates. Bientôt la découverte des coprolithes vint apporter au commerce un aliment nouveau. Enfin, les apatites d'Espagne, les phosphorites du duché de Nassau et beaucoup d'autres gisements de phosphates naturels furent successivement exploités, et les produits furent livrés à l'agriculture soit simplement pulvérisés, soit traités par l'acide sulfurique et transformés en superphosphates.

Plus les produits étaient variés, plus il était nécessaire de les essayer, et ce fut la méthode dite commerciale qui fut généralement adoptée pour ces essais qui étaient et sont encore tous les jours exécutés en suivant exactement les indications de M. Bobierre. Pour les superphosphates on dose à part les phosphates solubles et les phosphates insolubles, mais toujours par le même procédé, c'est-à-dire la précipitation par l'ammoniaque. La seule addition faite à la méthode a été l'emploi du chlorure de calcium pour fournir l'excédant de chaux nécessaire pour obtenir la précipitation complète de l'acide phosphorique dans la partie soluble.

Or, la méthode dite commerciale, à peine acceptable pour les produits d'os pur, est absolument mauvaise lorsqu'il s'agit de découvrir les falsifications dont ces produits sont l'objet, et lorsqu'il s'agit d'analyser des phosphates minéraux ou les produits qui en proviennent.

Cela est si vrai que cette méthode détestable est devenue la sauvegarde des falsificateurs,

qui ont bien soin de spécifier dans leurs marchés que la vérification sera faite par la méthode commerciale ou par un chimiste connu pour en faire usage.

Si, en effet, les produits essayés contiennent de l'alumine et de l'oxyde de fer, ils sont dissous par l'acide nitrique en même temps que les phosphates et précipités comme eux par l'ammoniaque. Or, la falsification des phosphates se fait précisément à l'aide des matières argileuses telles que la tangue, qui cèdent à l'acide nitrique d'importantes quantités d'alumine; de telle sorte qu'un phosphate dosant 40 pour 100 par la méthode commerciale peut encore doser 40 pour 100 après avoir été mélangé avec son poids de matières étrangères. Il ne contient plus en réalité que 20 pour 100 de phosphate, mais s'il contient 20 pour 100 d'alumine et d'oxyde de fer, l'analyse commerciale, prenant ces produits pour du phosphate de chaux, déclare encore qu'il dose 40 pour 100.

Il existe des maisons qui ont fait d'immenses fortunes en exploitant cette erreur d'analyse et en faisant des affaires qui avaient toutes les apparences de la plus parfaite loyauté.

Les argiles tourbeuses légèrement torréfiées et vendues pour du noir donnent aussi à l'analyse commerciale une certaine richesse en prétendu phosphate alors qu'elles n'en contiennent pas trace.

Pour les phosphates fossiles de diverses provenances, il n'est pas nécessaire de les falsifier pour jouir du bénéfice des erreurs de la méthode commerciale. Tous, en effet, contiennent du fer et de l'alumine en plus ou moins grande quantité et l'analyse donne dès lors un titre beaucoup plus élevé que le titre réel.

Non-seulement la méthode commerciale est vicieuse lorsque les matières contiennent de l'alumine et du fer, mais elle l'est encore et d'une façon très-sensible, lorsqu'il n'existe dans le produit que des phosphates et des sels de chaux. Le phosphate tribasique de chaux précipité par l'ammoniaque contient toujours un excès de chaux entraînée à l'état de sulfate, de carbonate et même de chlorure.

S'il y a des sulfates dans la liqueur, on conçoit très-bien qu'il doit se déposer en même temps que le phosphate de chaux du sulfate de la même base qui est très-peu soluble dans l'eau ammoniacale. Or, c'est précisément ce qui arrive dans l'analyse des superphosphates qui contiennent une grande quantité de sulfate de chaux. Les lavages quelque prolongés qu'ils soient ne parviennent pas à débarrasser complétement le phosphate de chaux du sulfate qui s'est déposé en même temps que lui. Il est facile du reste de s'en rendre compte : après avoir pesé le précipité obtenu dans une analyse commerciale de superphosphate, on n'a qu'à le redissoudre dans l'acide chlorhydrique étendu et ajouter du chlorure de baryum à la dissolution. On constatera invariablement la formation d'une certaine quantité de sulfate de baryte.

Le carbonate de chaux contenu dans le précipité s'explique facilement par la grande aptitude que possède une solution ammoniacale de nitrate de chaux à fixer l'acide carbonique de l'air. En outre, l'ammoniaque employée comme réactif précipitant contient souvent du carbonate d'ammoniaque qui détermine la formation immédiate d'un précipité de carbonate de chaux qui se dépose en même temps que le phosphate et résiste à tous les lavages. J'ai fait un grand nombre de précipitations de phosphate de chaux par l'ammoniaque, et lorsque j'ai essayé les précipités séchés et calcinés par l'eau acidulée, j'ai toujours constaté une légère effervescence, même lorsque l'ammoniaque employée ne se troublait absolument pas par l'eau de chaux et par conséquent ne contenait pas de carbonate. J'ai en outre constaté bien souvent que le précipité qui avait été obtenu dans une liqueur contenant des chlorures en retenait une petite quantité même après des lavages prolongés jusqu'à ce que l'eau de lavage ne donne plus la plus légère apparence de trouble par le nitrate d'argent. Si on redissout le précipité dans l'acide nitrique, la solution se trouble très-sensiblement par le nitrate d'argent.

Enfin, pour terminer la critique de ce détestable procédé que l'on ne saurait trop condamner, je citerai l'expérience suivante que j'ai faite uniquement dans le but de mesurer l'importance de ces diverses causes d'erreur en dehors de la présence de l'alumine et du fer.

Solution de phosphate de soude, 10 centimètres cubes contenant exactement $0^{gr}.100$ d'acide phosphorique.

On ajoute un excès de chlorure de calcium et on précipite par l'ammoniaque exempte de carbonate.

On lave le précipité à l'eau distillée bouillante d'abord par décantation, puis sur filtre, jusqu'à ce que l'eau de lavage ne précipite plus ni par le nitrate d'argent ni par l'oxalate d'ammoniaque.

Poids du précipité séché et calciné avec le filtre.	0gr.258
A déduire, cendres du filtre....................	0gr.002
Reste net............	0gr.256

Si ce précipité était du phosphate tribasique de chaux pur, il contiendrait 0gr.11724 d'acide phosphorique. Or, il n'en peut contenir que 0gr.100, puisqu'on n'en a pas introduit davantage dans l'essai. La méthode donne donc dans ce cas, le plus simple de ceux qui peuvent se rencontrer, une erreur en plus de 17 pour 100. D'ailleurs, j'ai constaté une effervescence marquée lorsque j'ai fait redissoudre le précipité dans l'acide azotique étendu et la dissolution s'est nettement troublée par le nitrate d'argent. Les 17 milligrammes d'excédant étaient donc composés de carbonate de chaux et de chlorure de calcium.

Je crois avoir suffisamment démontré que la méthode commerciale doit être rigoureusement proscrite, parce qu'elle est essentiellement inexacte et que toutes les nombreuses chances d'erreur qu'elle comporte sont favorables au vendeur, et, par conséquent, nuisibles à l'agriculture.

Je n'ai aucune prétention à la découverte des vices de cette prétendue méthode. Je sais qu'elle est depuis longtemps condamnée par les chimistes les plus éminents et abandonnée dans tous les laboratoires de nos grandes écoles. Cependant, elle est encore trop largement pratiquée pour qu'il ne soit pas indispensable de lui porter un dernier coup, surtout dans une publication destinée à combler le vide qu'elle pourrait laisser.

Les chimistes qui se sont occupés de la question ont successivement proposé divers procédés qui, tous, ont eu des applications utiles, mais dont aucun jusqu'ici ne s'est généralisé.

C'est ainsi que nous avons vu paraître, il y a déjà fort longtemps, la méthode de M. Boussingault, dans laquelle on sépare la chaux par l'acide sulfurique et l'alcool pour doser ensuite l'acide phosphorique à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien dans la liqueur que l'on précipite, après avoir chassé l'alcool par une ébullition prolongée, par un sel de magnésie et un excès d'ammoniaque. Si la liqueur contient du fer ou de l'alumine, on en empêche la précipitation en ajoutant dans l'essai un peu d'acide tartrique, suivant la méthode d'Otto.

Ce procédé donne des résultats exacts, mais il exige beaucoup de temps et une grande habitude des manipulations. Ce sont sans doute les raisons qui l'ont empêché de se généraliser.

Plus tard, on a conseillé la dissolution de la matière dans l'acide nitrique en présence de l'étain pur employé en excès. L'acide stannique qui se forme contient la totalité de l'acide phosphorique. Il suffit de le laver, sécher, calciner et peser, et de retrancher du poids obtenu la quantité d'acide stannique fournie par le même poids d'étain traité de la même manière, sans addition de phosphate. La différence représente l'acide phosphorique contenu dans la matière essayée.

Ce procédé, manié avec habileté, donne d'excellents résultats dans des cas déterminés. Je me suis assuré que la présence des sulfates déterminait une erreur importante en plus. Or, rien n'est plus commun que les sulfates dans les matières à essayer. Ensuite, le lavage de l'acide stannique n'est pas une opération facile. Ce n'est donc pas encore là un procédé à recommander.

Je pourrais passer en revue un grand nombre d'autres procédés indiqués dans les Traités de chimie analytique ; mais mon but n'étant pas de faire l'histoire de la question au point de vue théorique, je me bornerai à mentionner encore le procédé Chancel, dans lequel on dose l'acide phosphorique à l'état de phosphate de bismuth, parce qu'il a été adopté dans ces derniers temps par un grand nombre d'essayeurs.

Ce procédé, qui est d'une exécution facile et rapide, mériterait certainement toute préférence s'il était d'une application générale. Malheureusement il est inexact, ainsi que l'a du reste établi son savant auteur, toutes les fois que la liqueur contient des sulfates ou des chlo-

rures. La nécessité de séparer préalablement ces corps, qui existent dans la plupart des matières à essayer, le rend d'une application laborieuse et délicate. Le phosphate de bismuth a, en outre, le défaut d'entraîner du fer et de l'alumine en petite quantité, même dans une liqueur acide par l'acide nitrique. Si, pour éviter cet inconvénient, on rend la liqueur fortement acide, alors le phosphate de bismuth se dissout sensiblement et on est exposé à une perte. Ce procédé a donc, bien qu'à un moindre degré, les mêmes défauts que la méthode commerciale et doit, par conséquent, comme elle, être rejeté.

Pour corriger les erreurs de la méthode commerciale, M. Bobierre, après la découverte du procédé Chancel, a proposé une méthode mixte qui consisterait à redissoudre dans l'acide azotique étendu le précipité obtenu par l'ammoniaque après l'avoir lavé, et à reprécipiter l'acide phosphorique par la solution de bismuth. Cette méthode donne certainement des résultats plus voisins de la vérité que le procédé commercial pur et simple; mais comme le précipité ammoniacal contient toujours des sulfates ou des chlorures et de l'alumine et du fer, les résultats sont encore entachés d'erreur et ne méritent qu'une confiance très-limitée. D'ailleurs, le principal avantage de la méthode commerciale, la rapidité, a complétement disparu. Il n'y a donc pas lieu d'adopter cette modification.

Je ne dirai rien du procédé de dosage de l'acide phosphorique par le molybdate d'ammoniaque, qui donne des résultats remarquablement exacts, mais qui n'est applicable qu'à la recherche et à la détermination de très-faibles doses d'acide phosphorique en présence de quantités relativement très-fortes de fer et d'alumine. Dans les cas ordinaires, ce procédé est trop long et surtout trop dispendieux.

J'examinerai plus loin les deux procédés qui ont servi de base à la méthode que j'ai adoptée et qui sont actuellement pratiqués dans un certain nombre de laboratoires. Ce sont le procédé par l'acide citrique et le procédé par les sels d'urane.

La multiplicité des procédés proposés et qui ont chacun conservé un certain nombre de partisans prouve d'ailleurs qu'aucun d'eux ne satisfait pleinement les chimistes, puisqu'ils ont jusqu'ici continué à chercher des méthodes nouvelles. Comme il arrive toujours en pareilles circonstances, la question, loin de s'éclaircir, n'a fait que s'embrouiller de plus en plus, si bien que, si on envoie plusieurs fractions du même échantillon à trois ou quatre chimistes différents, on reçoit d'eux des réponses qui sont bien loin de se ressembler. Il arrive aussi qu'un même chimiste, analysant plusieurs fois le même échantillon, arrive à des résultats notablement différents. Le public agricole, peu initié aux mystères de la chimie analytique, ne peut s'expliquer ces divergences et consent difficilement à payer des analyses dans lesquelles il ne trouve pas la lumière qu'il était en droit d'en attendre. Il achète sur la simple déclaration du vendeur, en qui il a confiance, et prête ainsi le flanc à toutes les entreprises des falsificateurs, au grand préjudice de l'agriculture, qui n'obtient pas la récolte qu'elle devrait avoir, du chimiste, dont le laboratoire chôme, et des fabricants sérieux, qui sont écrasés par la concurrence déloyale.

On possède, il est vrai, une loi qui punit sévèrement le marchand d'engrais qui a trompé l'acheteur soit sur le titre, soit sur la nature de la marchandise; mais pour que les tribunaux puissent l'appliquer, il faut d'abord que des plaintes soient portées, ce qui est fort rare, et il faut ensuite que le tribunal puisse se renseigner auprès d'experts habiles, qui ne sont pas aussi faciles à trouver que paraissent l'avoir cru les auteurs de la loi. La conséquence toute naturelle de cette situation est que cette loi, pratiquement inefficace, rassurant les intérêts agricoles sans les protéger réellement, loin de gêner les falsificateurs, leur vient plutôt en aide. Il serait bien préférable que les agriculteurs ne dussent compter que sur eux-mêmes pour défendre leurs intérêts. Les avertir du danger et leur fournir des moyens sérieux de contrôle, tel est le seul service efficace qui puisse leur être rendu. Tel est aussi le but de cette publication et des recherches dont elle expose les résultats.

II.

MÉTHODE DE M. BRASSIER POUR LA SÉPARATION DE L'ACIDE PHOSPHORIQUE A L'ÉTAT DE PHOSPHATE AMMONIACO-MAGNÉSIEN ET SON DOSAGE A L'ÉTAT DE PYROPHOSPHATE DE MAGNÉSIE.

Otto a reconnu le premier qu'en présence d'un excès d'acide tartrique, une dissolution

chlorhydrique ou nitrique de phosphate de sesquioxyde de fer ou d'alumine, n'était pas précipitée par l'ammoniaque. On peut donc en séparer, ainsi qu'il l'a indiqué, l'acide phosphorique à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien, en ajoutant dans la liqueur ammoniacale un sel de magnésie. Si la quantité de fer ou d'alumine qui existe dans la liqueur est un peu forte, le précipité qui se forme peut en retenir une petite quantité. D'ailleurs, il contient presque toujours du sous-tartrate de magnésie, qui se transforme en magnésie caustique par la calcination et qui augmente le poids du précipité. De là la nécessité, reconnue par la plupart des chimistes de redissoudre le précipité obtenu et de le reprécipiter par l'ammoniaque en présence cette fois d'une petite quantité d'acide tartrique. Si la matière contient de la chaux, il faut toujours la séparer soit par l'acide sulfurique et l'alcool, soit par l'oxalate d'ammoniaque et l'acide acétique.

Cette méthode n'a guère été employée pour l'analyse des phosphates de chaux, à cause de sa lenteur.

Il y a quelques années, un chimiste anglais, M. Warington proposa de substituer l'acide citrique à l'acide tartrique, en se fondant sur la grande solubilité du citrate de magnésie. Plus récemment, M. Brassier a reconnu que le phosphate de chaux est très-soluble dans le citrate d'ammoniaque et que l'on peut par conséquent se dispenser de séparer la chaux avant de précipiter l'acide phosphorique par un sel de magnésie. Voici, d'ailleurs, comment il opère ;

« La dissolution chlorhydrique des phosphates est précipitée par un excès d'ammoniaque, « le précipité obtenu est redissous par l'acide citrique dans la liqueur maintenue ammonia- « cale. On verse alors du chlorure de magnésium pur en quantité suffisante pour obtenir tout « l'acide phosphorique à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien ; on précipite ainsi la « totalité de ce principe sans trace de chaux et dans les conditions ordinaires, c'est-à-dire « sous forme de poudre cristalline, lente à se former, se déposant sur les parois du vase et « adhérant au verre. Le précipité recueilli, lavé à l'eau ammoniacale et calciné, donne du « pyrophosphate de magnésie, ordinairement grisâtre et souvent blanc, si le lavage a été fait « avec soin.

« L'inconvénient de cette modification, dit ensuite M. Brassier, est de ne s'appliquer qu'à « un nombre de cas assez restreint, savoir : lorsque la substance soumise à l'analyse ne con- « tient pas de sulfates ou n'en contient que des traces ; autrement, la liqueur acide, rendue « neutre par l'ammoniaque, précipiterait du sulfate de chaux, et le dosage serait d'autant « plus inexact que la proportion de sulfate de chaux serait plus considérable. Tel qu'il est, « ce procédé peut, je crois, rendre quelques services ; il doit notamment être substitué au « dosage de l'acide phosphorique à l'état de phosphate de chaux tribasique, dosage qui n'offre « aucune garantie et ne s'applique pas d'ailleurs plus que celui-ci aux cas où il y a des sul- « fates dans la matière soumise à l'analyse. »

M. Brassier avait parfaitement raison de proposer la substitution de son procédé à la méthode commerciale dont j'ai précédemment exposé tous les vices. Les principaux essayeurs de Paris l'ont suivi dans cette voie, et, depuis, les transactions commerciales sur les phosphates ont reposé sur des bases beaucoup plus certaines. Cependant, on trouve encore souvent, en suivant rigoureusement ses indications, des écarts sensibles entre deux dosages exécutés par le même chimiste sur le même échantillon, et surtout lorsque les dosages sont exécutés par des mains différentes. Pour me rendre compte des causes de ces écarts, j'ai fait une série nombreuse d'expériences qui m'ont conduit aux conclusions suivantes :

1° La précipitation de l'acide phosphorique est complète dans une liqueur qui contient en acide citrique 25 à 50 fois le poids de l'acide phosphorique à précipiter, pourvu, bien entendu, que la solution de chlorure de magnésium employée soit en excès.

On a fait quatre expériences semblables dans les conditions suivantes :

10 centimètres cubes, solution de phosphate de soude contenant 0gr.100 d'acide phosphorique.

10 centimètres cubes, solution de citrate d'ammoniaque contenant 5 grammes d'acide citrique, soit 50 fois le poids de l'acide phosphorique employé.

10 centimètres cubes, solution de chlorure de magnésium capable de précipiter 0gr.200 d'acide phosphorique, soit le double de la quantité strictement nécessaire.

Ammoniaque en grand excès, vingt-quatre heures de repos sous cloche.

Les précipités ont été recueillis, lavés à l'eau ammoniacale à 10 pour 100 d'ammoniaque, à 22 degrés, séchés, calcinés et pesés :

	I.	II.	III.	IV.
Poids du pyrophosphate de magnésie.	0.156	0.158	0.156	0.159
Acide phosphorique correspondant...	0.09984	0.10112	0.09984	0.10176
Écarts..............................	— 0.00016	+ 0.00112	— 0.00016	+ 0.00176

On fait deux expériences nouvelles et semblables en doublant le phosphate de soude et en portant à 15 centimètres cubes la solution de chlorure de magnésium. Cette fois, le poids de l'acide citrique n'est plus que 25 fois celui de l'acide phosphorique et le sel de magnésie n'est en excès que de la moitié de la quantité strictement nécessaire :

	I.	II.
Poids du pyrophosphate de magnésie.	0.311	0.312
Acide phosphorique correspondant...	0.19904	0.19968
Écarts..............................	— 0.00096	— 0.00032

On voit que ces modifications ont eu pour effet de réduire les écarts à moins de 1/2 pour 100 de l'acide phosphorique à doser. On peut donc considérer ces proportions comme les plus convenables à ce genre d'essai.

2° Un grand excès de sel de magnésie détermine un léger écart en plus :

Solution de phosphate de soude......	20 centimètres cubes = 0^{gr}.200 d'acide phosphorique.
Citrate d'ammoniaque..............	10 centimètres cubes.
Chlorure de magnésium.............	25 centimètres cubes, soit 2 fois 1/2 la dose strictement nécessaire

Ammoniaque en grand excès.

Poids du pyrophosphate de magnésie.	0.316
Acide phosphorique correspondant...	0.20264
Écart en plus.....................	0.00264

Soit 1.32 pour 100.

On a redissous le pyrophosphate dans l'acide azotique étendu, on a précipité par l'ammoniaque et filtré. Dans la liqueur, on a obtenu un léger trouble par le phosphate de soude. Donc, le pyrophosphate contenait un léger excès de magnésie précipitée sans doute à l'état de citrate basique.

3° Un grand excès de citrate d'ammoniaque détermine un écart en moins :

Solution de phosphate de soude......	20 centimètres cubes = 0^{gr}.200 d'acide phosphorique.
Citrate d'ammoniaque..............	20 centimètres cubes, soit 50 fois le PhO^5.
Chlorure de magnésium.............	15 centimètres cubes, soit 1 fois 1/2 le nécessaire.

Ammoniaque en grand excès.

Poids du pyrophosphate............	0.301
Acide phosphorique correspondant...	0.19264
Écart en moins....................	0.00736

Soit 3.68 pour 100.

Il faut nécessairement conclure de là qu'en présence d'un grand excès d'acide citrique le phosphate ammoniaco-magnésien est un peu soluble.

4° L'augmentation simultanée du citrate d'ammoniaque et du chlorure de magnésium fait disparaître les écarts :

Solution de phosphate de soude.....	20 centimètres cubes = 0^{gr}.200 d'acide phosphorique.
Citrate d'ammoniaque..............	20 centimètres cubes, soit 50 fois le PhO^5.
Chlorure de magnésium.............	25 centimètres cubes, soit 2 fois 1/2 le nécessaire.

Ammoniaque en grand excès.

Poids du pyrophosphate............	0.312
Acide phosphorique correspondant...	0.19968
Écart en moins....................	0.00032

Soit 0.16 pour 100.

Ces quatre propositions, toutes démontrées par l'expérience, prouvent que les dosages peuvent rester exacts avec un grand excès de citrate, pourvu que le sel de magnésie ait été augmenté parallèlement. Ils sont au contraire inexacts avec excès toutes les fois que l'on emploie le sel de magnésie en excès, et avec perte toutes les fois que l'on augmente le citrate sans employer un plus grand excès de magnésie. Enfin, l'importance des écarts en plus ou en moins dépend évidemment des proportions relatives de citrate et de sel magnésien. Or, comme dans le mode opératoire indiqué par M. Brassier, rien ne fixe les quantités réciproques de réactifs que l'on doit employer, on conçoit très-bien que des divergences d'une certaine étendue puissent et doivent se produire entre les résultats obtenus par plusieurs chimistes sur le même échantillon ou même dans deux opérations successives du même chimiste. Ces conclusions seront encore raffermies par les expériences suivantes, qui mettent en lumière l'influence exercée sur le dosage par la présence de divers sels étrangers.

1° *Influence du sulfate de chaux.*

Solution de phosphate de soude.....	20 centimètres cubes = 0gr.200 PhO^5.
Solution de chlorure de magnésium...	15 centimètres cubes, soit 1 fois 1/2 le nécessaire.
Citrate d'ammoniaque..............	10 centimètres cubes = 25 fois le PhO^5.
Solution de chlorure de calcium.....	5 centimètres cubes = 0.70 CaO.
Acide sulfurique étendu	2 centimètres cubes = 0.200 SO^3HO.

Ammoniaque en grand excès.

Poids du pyrophosphate obtenu......	0.319
Acide phosphorique correspondant....	0.2041
Écart en plus.......................	0.0041

Soit 2.05 pour 100.

2° *Influence du chlorure de calcium.*

La même opération en supprimant l'acide sulfurique.

Poids du pyrophosphate obtenu.......	0.318
Acide phosphorique correspondant....	0.2035
Écart en plus.......................	0.0035

Soit 1.75 pour 100.

Il est donc certain, comme d'ailleurs l'avait déjà observé M. Brassier, que la présence du sulfate de chaux peut déterminer une erreur en plus. Mais, ce que n'avait pas vu M. Brassier, c'est que le chlorure de calcium donne à peu près le même résultat. Or, dans la plupart des analyses de phosphates naturels, on a fait dissoudre la matière dans l'acide chlorhydrique ; on a, par conséquent, un grand excès de chlorure de calcium, et, dès lors, on comprend très-bien pourquoi les dosages de ce genre sont, en général, un peu trop forts.

Ces imperfections du procédé s'accuseront encore davantage si l'on opère en présence de sels de fer ou d'alumine, ce qui se rencontre forcément dans un grand nombre d'essais.

3° *Influence simultanée d'un sel de fer, du chlorure de calcium et du sulfate de chaux.*

Toutes les conditions de la première expérience étant conservées, on ajoute 5 centimètres cubes de solution de sulfate de peroxyde de fer contenant 0.050 de fer.

Poids du pyrophosphate de magnésie obtenu.	0.319
Acide phosphorique correspondant...........	0.2041
Écart en plus	0.0041

Soit 2.05 pour 100.

La présence du fer n'a exercé aucune influence, puisque l'écart est le même qu'à l'expérience n° 1.

4° *Influence simultanée de l'alumine, du chlorure de calcium et des sulfates.*

Dans l'expérience précédente, on a remplacé la solution de fer par 5 centimètres cubes de solution d'alun contenant 0gr.250 de ce sel.

Poids du pyrophosphate de magnésie obtenu.	0.322
Acide phosphorique correspondant..........	0.206
Écart en plus..............................	0.006

Soit 3 pour 100 de l'acide phosphorique réel.

5° *Influence simultanée du fer, de l'alumine, de la chaux et des sulfates.*

Reprenant les conditions de l'expérience n° 1, on a ajouté à la fois 5 centimètres cubes de solution de fer et 5 centimètres cubes de solution d'alun.

Poids du pyrophosphate obtenu......	0.324
Acide phosphorique correspondant....	0.2073
Écart en plus.....................	0.0073

Soit 3.65 pour 100 de l'acide phosphorique réel.

Dans toutes ces expériences, la liqueur est restée parfaitement claire, lorsqu'on a ajouté l'ammoniaque, et le précipité ne s'est formé que par l'agitation. On pourrait donc croire la quantité d'acide citrique suffisante en s'en rapportant aux indications données par M. Brassier. Si, cependant, on double le citrate d'ammoniaque dans les expériences 1 et 5, on obtient des résultats beaucoup plus approchés de la vérité.

1° On fait deux essais simultanés en reprenant les conditions de l'expérience n° 1 et en doublant le citrate.

	I.	II.
Poids du pyrophosphate obtenu.............	0.315	0.317
Acide phosphorique correspondant..........	0.2016	0.2028
Écart en plus...........................	0.0016	0.0028
Écart pour 100 de l'acide phosphorique réel.	0.8	1.4

2° On fait également deux essais dans les conditions précédentes, mais en ajoutant 5 centimètres cubes de solution de fer et 5 centimètres cubes de solution d'alun. Ces essais reproduisent donc exactement l'essai n° 5 ci-dessus, avec une double dose de citrate.

	I.	II.
Poids du pyrophosphate de magnésie.......	0.317	0.317
Acide phosphorique correspondant..........	0.2028	0.2028
Écart en plus...........................	0.0028	0.0028
Écart pour 100 de l'acide phosphorique réel.	1.40	1.40

Toutes ces expériences nous conduisent forcément aux conclusions suivantes :

1° Il est possible de faire des dosages d'acide phosphorique parfaitement exacts en suivant les indications de M. Brassier, même dans des matières qui contiennent du fer, de l'alumine et du sulfate de chaux, et sans séparer préalablement la chaux.

2° L'exactitude des dosages résultant des proportions relatives des réactifs que l'on met en présence, et ces proportions devant nécessairement varier suivant les matières étrangères contenues dans les produits à analyser, les résultats obtenus ne sont jamais absolument certains. Si les écarts ont pu aller jusqu'à près de 4 pour 100 dans des essais où tout était parfaitement défini et où l'opérateur était toujours le même, on ne devra pas être surpris de les voir dépasser 5 pour 100 et aller même jusqu'à 10 pour 100, lorsque les opérations seront faites par des chimistes différents et sur des matières d'une composition souvent très-complexe.

En présence de ces difficultés, je me suis demandé s'il ne serait pas possible de conserver tout ce qu'il y a de bon dans ce procédé et d'en faire disparaître toutes les chances d'erreurs.

La solution cherchée ressort tout naturellement des essais précédents. On peut remarquer, en effet, que les écarts ne sont en moins que dans le cas où le sel de magnésie est en quantité faible par rapport au citrate d'ammoniaque. Dans ce cas seulement, il peut arriver que l'acide phosphorique ne soit pas précipité en totalité. Il n'y a donc, pour assurer d'une manière certaine sa précipitation, qu'à employer toujours un grand excès de sel magnésien et à l'augmenter proportionnellement à la quantité de citrate rendue nécessaire par les matières étrangères.

On réalise parfaitement ces conditions au moyen d'une solution unique qui contient à la fois le citrate d'ammoniaque et la magnésie. Voici d'ailleurs les proportions qui m'ont paru les plus convenables après une série de tâtonnements pour préparer cette solution, que j'appellerai, à l'avenir, *solution citro-magnésienne :*

Acide citrique cristallisé et pur.	400	grammes.
Carbonate de magnésie pur.....	20	—
Eau distillée.................	200	—

Lorsque le carbonate de magnésie est complétement dissous, on ajoute 500 centimètres cubes d'ammoniaque liquide à 22 degrés. Le liquide s'échauffe et l'acide citrique achève de se dissoudre. On laisse refroidir et on parfait le volume d'un litre avec de l'eau distillée. On filtre, s'il y a lieu.

Cette liqueur se conserve parfaitement. Elle est encore fortement acide; cependant, elle ne s'échauffe que très-légèrement, lorsqu'on la mélange à un grand excès d'ammoniaque, et c'est là une condition essentielle pour obtenir une précipitation rapide du phosphate ammoniaco-magnésien.

En précipitant l'acide phosphorique à l'aide de cette liqueur et de l'ammoniaque, on obtient une précipitation complète, quel que soit l'excès de liqueur employé; seulement, les précipités sont d'autant plus lourds que l'excès de liqueur a été plus grand. Il me reste à donner le moyen de se mettre à l'abri des erreurs en plus qui se produiraient nécessairement si on se contentait de peser le précipité après calcination.

Si l'on redissout ces précipités trop lourds dans de l'acide azotique étendu, et si on précipite la liqueur par l'ammoniaque, on constate invariablement la présence de la magnésie dans la liqueur claire qui surnage le précipité de phosphate ammoniaco-magnésien. C'est donc à un excès de magnésie que ces précipités doivent leur excès de poids. Dès lors, il suffirait, pour le faire disparaître, de redissoudre le phosphate ammoniaco-magnésien sur le filtre même, de le reprécipiter par l'ammoniaque, de le recueillir et laver de nouveau, et de le calciner. Cette fois, on obtient un dosage exact, mais la méthode devient trop lente et trop laborieuse.

Je suis arrivé bien plus rapidement à un résultat au moins égal, si ce n'est supérieur, en substituant à la pesée du précipité le dosage volumétrique de l'acide phosphorique qu'il contient, au moyen d'une solution titrée d'urane.

Dans cette méthode nouvelle, applicable dans la très-grande majorité des cas, si ce n'est dans tous absolument, on se sert de la liqueur citro-magnésienne pour séparer l'acide phosphorique de la chaux, du fer et de l'alumine, et on le dose ensuite par les volumes. On arrive ainsi à des résultats parfaitement exacts et avec une telle rapidité que je n'hésite pas à conseiller cette méthode à tous les essayeurs du commerce en remplacement de toutes celles qu'ils emploient et dont aucune n'offre les mêmes avantages. La nouvelle méthode sera aussi d'une grande utilité aux physiologistes, qui ont souvent un grand nombre de dosages à exécuter, et je ne désespère pas de la voir appliquer par les agriculteurs instruits à l'essai des engrais qu'ils se procurent dans le commerce. Tels sont les motifs qui me décident à en donner une description détaillée.

III.

DOSAGE VOLUMÉTRIQUE DE L'ACIDE PHOSPHORIQUE AU MOYEN DES SELS D'URANE.

Le dosage volumétrique de l'acide phosphorique s'opère avec la plus grande facilité à l'aide d'une dissolution titrée de nitrate d'urane. Cette méthode, indiquée pour la première fois en 1853 par M. Lecomte, a depuis été adoptée d'une manière générale pour le dosage de l'acide phosphorique dans les urines. On la trouve décrite avec détails dans le *Traité de l'urine et des sédiments urinaires*, par C. Neubauer (1858). Elle a été successivement étudiée par Pincus, Bædeker, et, enfin, par M. Byassou dans sa *Thèse inaugurale* (1868). Toutefois, les indications données jusqu'ici m'ont paru insuffisantes pour la faire apprécier comme elle le mérite et pour la faire appliquer d'une manière beaucoup plus générale. C'est pourquoi je crois utile d'en donner ici une description complète qui décidera, j'espère, tous les chimistes à l'adopter pour les nombreux essais de phosphates et superphosphates que réclame maintenant, tant dans les fabriques que dans les laboratoires, l'industrie des engrais artificiels.

Principes sur lesquels repose la méthode.

1° Tous les phosphates en dissolution aqueuse sont précipités par une dissolution de nitrate d'urane, et le précipité obtenu est complétement insoluble dans l'eau et même dans l'eau aiguisée d'acide acétique. Le précipité se dissout, au contraire, dans les acides azotique et chlorhydrique étendus.

2° Si la liqueur contient des sels ammoniacaux, le précipité formé est du phosphate ammoniaco-uranique contenant 2 équivalents d'oxyde d'urane pour 1 équivalent d'acide phosphorique ($2U^2O^3 . AzH^4O . PhO^5$).

En l'absence de sels ammoniacaux, mais en présence des acétates alcalins, le précipité qui se produit a la composition $2U^2O^3, HO, PhO^5$ et renferme, comme le précédent, 2 équivalents d'oxyde d'urane pour 1 équivalent d'acide phosphorique.

3° Si la liqueur ne contient ni sels ammoniacaux ni acétates alcalins, le précipité est du phosphate tribasique d'urane ($3U^2O^3 . PhO^5$) contenant 3 équivalents d'oxyde d'urane pour 1 équivalent d'acide phosphorique (1).

---

(1) Voici la preuve de cette double assertion :

1re *expérience.* — On précipite 5 centimètres cubes de solution de phosphate de soude, contenant exactement 0gr.0355 d'acide phosphorique, par le nitrate d'urane en excès.

Poids du précipité obtenu après calcination.	0gr.253
Acide phosphorique contenu...............	0gr.0355
Oxyde d'urane U^2O^3............	0gr.2175

La formule $3U^2O^3 . PhO^5$ exige :

Acide phosphorique $Ph . O^5$................	0.0355
Oxyde d'urane U^2O^3......................	0.2160
Phosphate tribasique d'urane......	0.2515

La différence entre le résultat obtenu et le chiffre théorique n'étant que de 0gr.0015, il est évident que c'est la formule $3U^2O^3 . PhO^5$ qui doit être adoptée.

2e *expérience.* — On précipite 10 centimètres cubes solution de phosphate de soude contenant exactement 0gr.100 d'acide phosphorique par le nitrate d'urane, après y avoir ajouté de l'acide acétique.

Phosphate d'urane obtenu après calcination...	0.705
La formule $3U^2O^3, PhO^5$ exige.............	0.708
Différence........................	0.003

3e *expérience.* — On précipite 10 centimètres cubes de solution de phosphate de soude contenant exactement 0gr.0142 d'acide phosphorique par le nitrate d'urane en excès, après y avoir ajouté du nitrate de chaux et de l'acide acétique.

Poids du précipité obtenu.................	0.098
La formule $3U^2O^3, PhO^5$ exige............	0.1006
Différence........................	0.0026

Il est donc parfaitement certain, ainsi que l'avait admis M. Lecomte, que toutes les fois que l'on précipite une solution aqueuse ou acétique de phosphate de soude par le nitrate d'urane, le précipité qui se forme est du phosphate tribasique d'urane, et que la présence d'un sel étranger tel que le nitrate de chaux n'exerce aucune influence sur cette réaction.

4e *expérience.* — On précipite 10 centimètres cubes de solution de phosphate de soude contenant exactement 0gr.100 d'acide phosphorique par le nitrate d'urane en excès, après y avoir ajouté de l'ammoniaque et de l'acide acétique en excès.

Précipité obtenu après calcination...........	0.504
La formule $3U^2O^3, PhO^5$ exigerait..........	0.708

Une pareille erreur étant impossible, il faut recourir à une autre formule pour interpréter la réaction.

La formule $2U^2O^3PhO^5$ exige.............	0.5056

Il est donc évident que le précipité pesé répond à cette dernière formule et n'est autre chose que du pyrophosphate d'urane.

5e *expérience.* — On précipite 10 centimètres cubes de solution de phosphate de soude contenant exactement 0gr.0142 d'acide phosphorique par le nitrate d'urane en excès, après y avoir ajouté du nitrate de chaux, de l'ammoniaque et de l'acide acétique en excès.

Précipité obtenu après calcination.........	0.0695
La formule $2U^2O^3 . PhO^5$ exige...........	0.0718
Différence........................	0.0023

Il est donc évident que la présence de l'acétate d'ammoniaque dans la liqueur change la nature de la réaction et que le précipité obtenu dans ces conditions nouvelles est tel que la calcination le change en pyrophosphate d'urane $2U^2O^3PhO^5$.

J'ai pensé que l'intervention des sels ammoniacaux ne pouvait donner un semblable résultat qu'en déter-

4° Les plus faibles traces de sel d'urane sont accusées par la formation d'un précipité brun chocolat, lorsqu'on dépose une goutte de la solution au milieu d'une goutte de solution de cyanoferrure de potassium placée sur une soucoupe de porcelaine blanche.

5° Les phosphates d'urane en suspension dans l'eau ou dans l'eau acide par l'acide acétique ne déterminent aucune coloration dans le cyanoferrure.

La conséquence évidente de ces principes est que l'on peut déterminer l'acide phosphorique au moyen d'une dissolution titrée d'urane versée dans la solution phosphorique, en essayant celle-ci de temps en temps au cyanoferrure, qui indique le terme de la réaction en donnant la coloration caractéristique des sels d'urane dès que la totalité de l'acide phosphorique est précipitée.

Préparation de liqueurs nécessaires.

A. *Solution titrée d'acide phosphorique.* — Les auteurs qui se sont occupés du dosage volumétrique de l'acide phosphorique et notamment Neubauer dans son traité de l'urine, ont indiqué le phosphate de soude pour la préparation de cette solution.

Neubauer emploie 10gr.085 de phosphate de soude cristallisé et non effleuri pour un litre d'eau distillée, 50 centimètres cubes contiennent ainsi exactement 100 milligrammes d'acide phosphorique.

Cette manière de procéder n'est pas sans inconvénients. Le phosphate de soude $\left.\begin{matrix}2NaO\\HO\end{matrix}\right\} PhO^5 + 24\,HO$ s'effleurit avec une grande facilité, de telle sorte que l'on n'est jamais absolument sûr qu'il est sec et non effleuri. On arrive à un résultat certain en dosant exactement l'eau du phosphate de soude et en calculant en conséquence la quantité à employer, mais c'est là une opération délicate dont on peut parfaitement se dispenser.

Je préfère opérer de la manière suivante :

On précipite une solution étendue de phosphate de soude par une solution de sulfate de magnésie, du chlorhydrate d'ammoniaque et de l'ammoniaque. Le phosphate ammoniaco-magnésien est lavé d'abord par décantation avec de l'eau distillée, contenant 10 pour 100 d'ammoniaque puis sur un filtre, et on le fait sécher au dessous de 100 degrés. Il est ensuite

---

minant la formation de phosphate ammoniaco-uranique, et, pour m'en assurer, j'ai recueilli un précipité de cette nature, et après l'avoir lavé à l'eau bouillante et séché dans le vide, j'ai constaté qu'il contenait de l'ammoniaque en grande quantité. Cette ammoniaque se dégage pendant la calcination et peut être rendue évidente au moyen d'un papier rouge de tournesol qui bleuit immédiatement lorsqu'on le présente au-dessus du creuset dans lequel on chauffe le produit.

Les sels ammoniacaux ne sont d'ailleurs pas seuls à exercer une influence de cet ordre. Les acétates de soude, de potasse et de magnésie, produisent exactement le même effet.

Le précipité qui se produit alors n'est pas du phosphate ammoniaco-uranique, mais bien du phosphate neutre d'urane $2U^2O^3\,HO\,PhO^5$ qui ne contient, comme le phosphate ammoniaco-uranique, que 2 équivalents de sesquioxyde d'urane pour 1 équivalent d'acide phosphorique, et se transforme comme lui par la calcination en pyrophosphate d'urane $2U^2O^3PhO^5$.

En voici la preuve :

On précipite 10 centimètres cubes de solution de phosphate de soude contenant exactement 0gr.0142 d'acide phosphorique par le nitrate d'urane en excès, après y avoir ajouté de l'acétate de soude, du nitrate de chaux et de l'acide acétique :

Poids du précipité obtenu après calcination.	0.073
La formule $2U^2O^3PhO^5$ exige............	0.0718
Différence......................	0.0012

Cette expérience ne diffère de la 3e expérience, mentionnée plus haut, que par l'addition de l'acétate de soude, et bien que la liqueur ne contienne pas d'ammoniaque, le précipité ne renferme cependant que 2 équivalents d'oxyde d'urane pour 1 équivalent d'acide phosphorique.

On peut donc établir d'une manière générale :

1° Qu'en l'absence des acétates alcalins et des sels ammoniacaux, le précipité obtenu contient 3 équivalents d'oxyde d'urane (U^2O^3) pour 1 équivalent d'acide phosphorique.

2° Qu'en présence des acétates alcalins et des sels ammoniacaux, le précipité ne contient plus, pour 1 équivalent d'acide phosphorique, que 2 équivalents d'oxyde d'urane.

C'est pour avoir ignoré cette importante distinction que les auteurs qui se sont occupés de la question ont été fréquemment en désaccord sur les résultats obtenus tant par la pesée que par les volumes.

détaché du filtre et calciné au rouge à peine naissant dans un creuset de platine. A la fin on chauffe un peu plus fort, on laisse refroidir et on conserve le pyrophosphate de magnésie dans un flacon bien bouché.

Pour préparer la solution titrée d'acide phosphorique, on pèse exactement 3gr.127 de pyrophosphate de magnésie contenant 2 grammes d'acide phosphorique, on les introduit dans un matras à fond plat, on les arrose d'acide nitrique pur, environ 20 centimètres cubes, et on fait bouillir au bain de sable pendant un quart d'heure afin de ramener le pyrophosphate à l'état de phosphate ordinaire. On ajoute ensuite de l'eau et on sature par l'ammoniaque étendue jusqu'à ce que le trouble qui se produit à chaque affusion ne disparaisse plus par l'agitation. On rajoute alors quelques gouttes d'acide nitrique étendu au dixième pour redissoudre la petite quantité de précipité formé, et on verse la liqueur claire dans une carafe d'un litre. On parfait le volume avec de l'eau distillée au moyen de laquelle on a lavé à plusieurs reprises le matras qui a servi à la première préparation.

Cette liqueur contient, comme celle de Neubauer, 0gr.100 d'acide phosphorique dans 50 centimètres cubes.

B. *Solution d'acétate de soude.* — On fait dissoudre dans l'eau distillée 100 grammes d'acétate de soude pur, on ajoute 50 centimètres cubes d'acide acétique cristallisable et on parfait le volume d'un litre avec de l'eau distillée.

C. *Solution d'urane.* — Neubauer conseille de la préparer en dissolvant dans l'acide acétique de l'oxyde d'urane ou du carbonate jaune de soude et d'urane. Il est plus commode d'employer, comme l'indique M. Byasson, l'azotate d'urane que l'on trouve chez les marchands de produits chimiques. Pour s'assurer de sa pureté on en fait dissoudre une petite quantité dans l'éther sulfurique. Il ne doit pas laisser de résidu insoluble. S'il en laisse il faut le purifier en le dissolvant dans l'éther dans un flacon maintenu dans l'obscurité. On décante la partie limpide ; on la distille pour retirer la plus grande partie de l'éther et on évapore à sec, au bain-marie, le résidu de la distillation. Le produit est du nitrate d'urane pur.

Pour préparer la liqueur d'épreuve, on jette au fond d'une carafe jaugée d'un litre de capacité 40 grammes de nitrate d'urane. On fait dissoudre dans environ 500 centimètres cubes d'eau distillée, puis on ajoute de la soude caustique ou de l'ammoniaque jusqu'à ce que l'on obtienne un trouble persistant. On redissout l'oxyde d'urane précipité au moyen de quelques gouttes d'acide acétique pur, on ajoute de l'eau distillée sans remplir complétement la carafe et on abandonne le liquide pendant vingt-quatre heures. On ajoute le lendemain l'eau nécessaire pour affleurer le liquide au trait de jauge et on filtre, s'il y a lieu, dans le flacon où la liqueur doit être conservée.

D. *Solution de cyanoferrure de potassium.* — On fait dissoudre 10 grammes de cyanure jaune bien cristallisé dans 100 centimètres cubes d'eau distillée et on filtre.

Détermination du titre de la solution d'urane.

Toute l'exactitude des dosages qui seront faits avec la solution d'urane dépend évidemment de la détermination de son titre. Je crois devoir en conséquence appeler tout particulièrement l'attention des chimistes sur les précautions que je vais indiquer.

Correction. — La première opération consiste à déterminer la quantité de solution d'urane nécessaire dans un volume donné de liquide pour obtenir la réaction caractéristique des sels d'urane sur le cyanoferrure, c'est-à-dire la correction à faire subir aux nombres trouvés dans les essais.

A cet effet on dépose sur une assiette en porcelaine blanche des gouttes de solution de cyanoferrure à l'aide d'une baguette de verre. Ces gouttes ne doivent pas avoir plus de 5 millimètres de diamètre.

D'autre part, on mesure dans un verre à fond plat 75 centimètres cubes d'eau distillée à l'aide d'un verre gradué; on remplit une burette de Morh divisée en centimètres cubes et dixièmes avec la solution d'urane. La meilleure manière de remplir la burette consiste à aspirer à l'aide d'un tube en caoutchou fixé à son extrémité supérieure le liquide contenu dans un verre où on fait plonger le bec de la burette en tenant la pince desserrée. De cette

façon on évite les bulles d'air qui pourraient rester emprisonnées dans le caoutchouc inférieur et qui feraient ensuite manquer l'essai en donnant lieu à une erreur de mesurage.

La burette étant pleine, on fait tomber le liquide goutte à goutte dans l'eau distillée précédemment mesurée, et après chaque goutte on agite le liquide puis on mouille légèrement l'extrémité d'une baguette de verre à sa surface et on va ensuite toucher avec cette même baguette une des gouttes de cyanoferrure déposées sur la porcelaine. Si en enlevant la baguette on n'aperçoit pas au centre de la goutte une légère coloration rougeâtre on continue à ajouter de la liqueur d'épreuve.

On arrive ainsi à constater qu'il faut environ 10 gouttes de solution d'urane pour obtenir la coloration cherchée.

Si au lieu d'opérer sur 75 centimètres cubes d'eau distillée, on n'opère que sur 37^{cc}.5, il ne faut plus que 5 gouttes. Donc la quantité nécessaire est proportionnelle au volume du liquide. De là la nécessité absolue de ramener tous les essais au même volume. Je dirai plus loin comment on y arrive.

Que l'on fasse un second essai en ajoutant à 70 centimètres cubes d'eau distillée 5 centimètres cubes de la solution B d'acétate de soude, on verra que la coloration caractéristique ne pourra plus être obtenue qu'à l'aide de 20 gouttes, soit 1 centimètre cube de la solution. Il faut nécessairement en conclure que l'acétate de soude diminue dans une certaine mesure la sensibilité de la réaction, et par conséquent que si l'on veut que les divers essais soient comparables, il faut employer pour tous la même quantité d'acétate de soude, ainsi que le conseille Neubauer. On y arrive très-commodément en conservant la solution B dans un flacon dont le bouchon est traversé par la tige d'une pipette de 5 centimètres cubes. On ajoute dans chaque essai une pipette de la solution.

La quantité de solution d'urane ainsi déterminée se nomme la *correction*; c'est-à-dire la correction qu'il faudra faire subir à tous les résultats obtenus. On inscrit cette correction, déterminée une fois pour toutes, sur l'étiquette du flacon contenant la solution d'urane.

La correction une fois obtenue, il reste à déterminer le titre proprement dit de la liqueur.

Titre. — On introduit dans un verre à fond plat allant au feu (verres de Bohême) d'une capacité de 150 à 200 centimètres cubes, 50 centimètres cubes de la solution titrée d'acide phosphorique (A), on ajoute 5 centimètres cubes de solution d'acétate de soude (B) et on porte à l'ébullition en déposant le verre sur un bain de sable chauffé au gaz.

Dans le liquide bouillant on fait tomber 18 centimètres cubes de solution d'urane sans essayer la liqueur, puis on continue par demi-centimètres cubes en essayant chaque fois jusqu'à ce que l'on obtienne la coloration. On lit alors sur la burette la quantité de liqueur employée. Il peut arriver qu'ayant versé, après un essai nul, un demi-centimètre cube de liqueur on ait immédiatement à l'essai suivant une coloration rouge très-prononcée. C'est la preuve que l'on a dépassé le point de saturation. Il faut alors faire un second essai sur une nouvelle liqueur préparée de la même manière, et cette fois, connaissant à peu près la quantité de liqueur nécessaire, lorsqu'on approche de cette quantité, on a soin d'essayer après chaque goutte jusqu'à ce qu'on voie apparaître la coloration. Il faut s'arrêter aussitôt que la coloration est sensible, aussi faible qu'elle soit.

Supposons que, pour arriver à ce résultat, il ait fallu 21 centimètres cubes de solution d'urane : comme il en faut 1 centimètre cube pour obtenir la coloration avec le même volume de liquide sans phosphate, on doit conclure que la quantité de liqueur d'urane qui précipite 0^{gr}.100 d'acide phosphorique est égale à 21 centimètres cubes — 1 centimètre cube = 20 centimètres cubes. 1 centimètre cube de cette solution précipite donc exactement $\frac{100^{mgr}}{20}$, soit 5 milligrammes d'acide phosphorique.

Préparée avec les quantités que j'ai indiquées, la solution d'urane donne toujours un titre voisin de celui que je viens de supposer, mais il est rare qu'il lui soit exactement égal. Ces variations tiennent à ce que le nitrate d'urane n'est pas toujours également sec et présente par conséquent une composition un peu variable.

Si, pour faciliter les calculs, on tient à donner à la solution exactement le titre ci-dessus (5 milligrammes PhO^5 par centimètre cube), on y arrive très-facilement, comme l'indique

Neubauer, en faisant une solution un peu trop concentrée, en en déterminant le titre et en l'étendant ensuite d'un volume d'eau convenable pour la ramener exactement au titre normal. Pour moi je trouve plus simple de préparer la solution exactement comme je l'ai indiqué et d'inscrire sur le flacon le titre trouvé quel qu'il soit.

Supposons par exemple qu'au lieu de 21 centimètres cubes il en faille 22.5 pour arriver à la coloration, nous aurons :

$100^{mgr}\ PhO^5 = 22.5 - 1 = 21.5$ solution d'urane; d'où 1 centimètre cube solution d'urane $= \frac{100^{mgr}}{21.5} = 4^{mgr}.65$. L'étiquette du flacon sera donc ainsi libellée :

Solution d'urane.

Correction...... 1 centimètre cube.
Titre.......... 1 centimètre cube $= 4^{mgr}.65\ PhO^5$.

Il suffira ensuite de multiplier par 4.65 le résultat corrigé d'un essai quelconque pour obtenir immédiatement, exprimée en milligrammes, la quantité d'acide phosphorique contenue dans la matière soumise à l'essai. J'appelle résultat corrigé le résultat obtenu, déduction faite de la correction déterminée précédemment, soit 1 centimètre cube avec les volumes que j'ai indiqués.

Quelques auteurs recommandent d'employer pour les essais des quantités de matière telles que la quantité d'acide phosphorique contenue soit toujours voisine de 100 milligrammes. Je me suis assuré que cette précaution, qui n'est facile à réaliser qu'en faisant deux fois l'essai de chaque substance, est complétement inutile pourvu que les essais soient toujours ramenés au même volume.

Pour cela il suffit de marquer par un trait de lime sur un certain nombre de verres le volume de 75 centimètres cubes, quel que soit le volume du liquide employé, pourvu qu'il soit inférieur à 50 centimètres cubes, on procède à l'essai. Lorsque la coloration apparaît, si le volume de 75 centimètres cubes n'est pas atteint, on le parfait avec de l'eau distillée bouillante et on essaie de nouveau la liqueur. Si elle ne colore plus le cyanoferrure, on rajoute goutte à goutte de la solution d'urane jusqu'à ce que la coloration soit de nouveau obtenue. C'est alors seulement qu'il faut lire sur la burette le résultat définitif.

Voici une série de cinq essais exécutés dans ces conditions avec des quantités croissantes d'acide phosphorique :

Titre de la solution d'urane : 1 centimètre cube $= 4^{mgr}.149\ PhO^5$.

Correction = 1 centimètre cube.

Numéro d'ordre des essais.		I.	II.	III.	IV.	V.
Solution titrée d'acide phosphorique..	cc	10	20	30	40	50
Acide phosphorique contenu.........	mgr	20	40	60	80	100
Solution d'urane nécessaire..........	cc	5.8	10.6	15.5	20.2	25.1
Correction..........................	cc	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Résultat corrigé....................	cc	4.8	9.6	15.5	19.2	24.1
Acide phosphorique correspondant....	mgr	19.91	39.83	60.16	79.66	100.00
Différence..........................	mgr	— 0.09	— 0.17	+ 0.16	— 0.34	0.00
Différence pour 100 du $Ph.O^5$.......		0.45	0.425	0.26	0.425	0.00

Aucune différence n'atteignant un demi pour 100 de l'acide phosphorique à doser, tous ces résultats sont excellents. Il est donc établi que la méthode reste parfaitement exacte, quelque faible que soit la quantité d'acide phosphorique, pourvu que l'essai soit toujours ramené au même volume.

IV.

APPLICATION A L'ANALYSE DES PHOSPHATES ARTIFICIELS.

1[er] *Cas.* — Le phosphate à essayer est soluble dans l'eau, et la solution est neutre ou alcaline au papier de tournesol. Ce sont les phosphates de potasse, de soude et d'ammoniaque.

On pèse 5 grammes du phosphate à essayer que l'on introduit dans un matras jaugé de 100 centimètres cubes. On ajoute de l'eau distillée et on fait dissoudre soit en agitant, soit en chauffant le liquide. Lorsque la dissolution est aussi complète que possible, on ramène le matras à la température ambiante et on le remplit exactement jusqu'au trait de jauge avec

de l'eau distillée. On bouche avec un bouchon en caoutchouc et on agite. Si la solution n'est pas limpide on la filtre rapidement, ou, si l'opération se prolonge, on recouvre le flacon e l'entonnoir portant le filtre d'une cloche en verre pour éviter l'évaporation, qui changerait le rapport du poids de la substance au volume de la dissolution.

La liqueur étant claire naturellement ou après filtration, on en prend suivant la richesse présumée 5 ou 10 centimètres cubes à l'aide d'une pipette jaugée, préalablement lavée avec un peu de la solution même. On fait tomber le liquide dans un des verres à essai (marqués à 75 centimètres cubes). On ajoute un peu d'eau distillée et 5 centimètres cubes d'acétate de soude et on porte à l'ébullition. On fait alors l'essai au moyen de la liqueur d'urane en procédant avec soin pour ne pas dépasser le point de saturation. Aussitôt que la coloration est obtenue, on remplit le verre jusqu'au trait avec de l'eau distillée bouillante et on achève l'essai comme je l'ai dit précédemment.

Exemple :

Détermination de la richesse d'un phosphate d'ammoniaque.

Phosphate à essayer, 5 grammes.

Eau distillée, quantité suffisante pour faire 100 centimètres cubes de dissolution dont on prend pour l'essai 5 centimètres cubes contenant $0^{gr}.250$ de phosphate.

On met dans un verre à fond plat, on ajoute 5 centimètres cubes de solution d'acétate de soude et environ 20 centimètres cubes d'eau distillée et on fait bouillir.

On verse la solution titrée d'urane à l'aide de la burette de Morh.

Titre de la solution d'urane : 1 centimètre cube $= 4^{mgr}.88$ PhO^5.

Correction : 1 centimètre cube.

Quantité nécessaire pour arriver à la coloration caractéristique 20 centimètres cubes. On parfait le volume de 75 centimètres cubes avec de l'eau distillée bouillante et on essaie de nouveau. La coloration ne se produit plus. On ajoute de la solution goutte à goutte et en essayant chaque fois jusqu'à ce que la coloration se reproduise. On lit alors le volume définitif de liqueur employée. Il est égal à $20^{cc}.3$. La correction étant de 1 centimètre cube, il reste 19.3 pour la quantité de liqueur réellement nécessaire pour précipiter l'acide phosphorique contenu dans la matière essayée.

$19.3 \times 4^{mgr}.88 = 94^{mgr}.18$. Il y avait donc $94^{mgr}.18$ d'acide phosphorique dans les 250 milligrammes de phosphate soumis à l'essai. Il suffit dès lors, pour connaître la richesse centésimale du produit, d'exécuter le calcul suivant :

$\frac{94^{mgr}.18 \times 100}{250} = 37.67$. Le produit essayé contenait donc 37.67 d'acide phosphorique pour 100.

Toutes ces opérations s'inscrivent en abrégé sur le livre du laboratoire de la manière suivante :

Essai d'un phosphate d'ammoniaque.

Matière...........	5 grammes. Eau distillée, Q. S. pour faire 100 centimètres cubes.
Solution............	5 centimètres cubes $= 0^{gr}.250$ matière.
Solution d'urane.....	$20.3 - 1 = 19.3 \times 4^{mgr}.88 = 94^{mgr}.18$ Ph.O^5.
Acide phosphorique..	pour $100 = 37.67$.

2° *Cas.* — Le phosphate à essayer est insoluble dans l'eau, mais se dissout facilement dans les acides chlorhydrique ou azotique étendus.

Dans ce cas il s'agit des phosphates tribasique et bibasique de chaux, de magnésie et des phosphates de fer et d'alumine.

On pèse 5 grammes de la matière à essayer préalablement pulvérisée, on les introduit dans un matras jaugé de 100 centimètres cubes. On verse dans le matras d'abord un peu d'eau distillée, puis environ 20 centimètres cubes d'acide azotique. Si la matière ne se dissout pas rapidement par agitation, on fait chauffer le liquide en déposant le matras sur un bain de sable chauffé au gaz. Lorsque la dissolution est complète, on plonge le matras dans l'eau froide pour le ramener à la température du laboratoire, puis on le remplit jusqu'au trait de jauge avec de l'eau distillée. On bouche avec un bouchon en caoutchouc et on agite. On filtre la liqueur si elle est trouble dans un flacon à l'émeri à large ouverture et en recouvrant l'entonnoir d'une cloche pour éviter toute évaporation.

Pour faire l'essai, on prend à l'aide d'une pipette 5 centimètres cubes de cette liqueur, représentant 0gr.250 de matière, on les met dans un verre à expériences et on ajoute 10 centimètres cubes de solution citro-magnésienne et un grand excès d'ammoniaque. L'ammoniaque ne doit déterminer tout d'abord aucun précipité; mais, si l'on agite vivement avec une baguette de verre, il ne tarde pas à se former un précipité cristallin de phosphate ammoniaco-magnésien. On abandonne la liqueur au repos pendant une douzaine d'heures. Elle est alors filtrée avec précaution sur un petit filtre de papier ordinaire lavé à l'acide chlorhydrique (1). La liqueur qui s'écoule est reçue dans un verre pour être mise de côté dans un grand flacon étiqueté *résidus d'acide citrique.* J'indiquerai plus loin le traitement de ces résidus.

On lave le verre qui contenait le précipité à deux ou trois reprises avec de l'eau ammoniacale au $^1/_{10}$ et en jetant chaque fois le liquide sur le filtre. On achève de laver le précipité en remplissant trois ou quatre fois le filtre avec de l'eau ammoniacale au $^1/_{10}$ à l'aide d'une pipette et en laissant chaque fois égoutter complétement. La plupart des auteurs font laver le phosphate ammoniaco-magnésien avec de l'eau contenant $^1/_3$ ou $^1/_4$ d'ammoniaque liquide à 22 degrés. J'ai reconnu par un grand nombre d'expériences que ce corps est complétement insoluble dans l'eau ammoniacale au $^1/_{10}$, qui est d'ailleurs beaucoup moins désagréable à manier.

Le précipité étant recueilli sur le filtre et lavé, on place sous l'entonnoir un verre à fond plat marqué à 75 centimètres cubes. On lave le verre qui a servi à la précipitation à deux ou trois reprises avec de l'eau contenant $^1/_{10}$ d'acide azotique et chaque fois on jette le liquide sur le filtre. Les dernières traces de précipité adhérentes au verre se trouvent ainsi dissoutes de même que le précipité contenu dans le filtre, et le tout passe dans le verre à fond plat. Lorsqu'on ne voit plus de précipité sur le filtre, on le lave trois ou quatre fois à l'eau distillée afin de bien réunir la totalité de l'acide phosphorique dans le vase destiné à le recevoir. Le volume de liquide que contient celui-ci à la fin de l'opération ne dépasse pas 20 à 30 centimètres cubes.

Il faut alors le saturer par l'ammoniaque, pour ne lui laisser que l'acidité strictement néces-

---

(1) Le papier, dit Berzélius, que l'on trouve actuellement chez les marchands de produits chimiques, a la pâte tellement serrée qu'il ne laisse filtrer l'eau qu'avec une excessive lenteur. Je préfère le papier blanc à filtrer ordinaire, qui débite, au contraire, très-rapidement. Seulement, comme il contient des sels de chaux et des traces de phosphate, il est indispensable de le laver à l'acide chlorhydrique. Cette opération se fait très-facilement de la manière suivante :

On coupe des carrés de papier à filtrer de 6 à 7 centimètres de côté, on les plie en quatre; puis, à l'aide d'un compas ouvert de 25 à 30 millimètres, on décrit un arc de cercle ayant pour centre l'angle plié du papier; on coupe ensuite avec des ciseaux sur le trait décrit. On obtient ainsi un filtre sans plis, qu'il n'y a plus qu'à ouvrir et appliquer dans l'entonnoir. On empile dans le même entonnoir une dizaine de ces petits filtres ouverts les uns dans les autres, puis on remplit le filtre supérieur d'eau distillée qui ne tarde pas à imprégner toute la masse. On remplit alors d'acide chlorhydrique et on laisse égoutter. On lave en remplissant ensuite à plusieurs reprises avec de l'eau distillée, et lorsque l'eau qui s'écoule n'est plus acide, on porte l'entonnoir avec tous les filtres dans l'étuve à 100 degrés, où s'opère leur dessiccation. Il est ensuite très-facile de les séparer les uns des autres pour l'usage. Il est toujours utile d'en avoir une provision préparée à l'avance.

Les entonnoirs que j'emploie pour recueillir le phosphate ammoniaco-magnésien sont soufflés à la lampe à émailleur. Ils ont une douille cylindrique formée par un tube capillaire de 2 millimètres environ de diamètre intérieur et longue de 8 à 9 centimètres. La partie supérieure a un évasement tel que le papier, plié en quatre et ouvert, s'y applique exactement. La hauteur de la partie évasée doit être de 20 à 25 millimètres et le bord du filtre mis en place doit dépasser le bord de l'entonnoir de 1 à 2 millimètres environ. On dispose ces entonnoirs sur un support formé par des anneaux de verre, dont la queue est fixée dans le bord de la planchette supérieure d'un petit banc sur lequel on peut déposer les verres contenant les liquides à filtrer. On installe ainsi une série de 6 ou 8 anneaux espacés de 8 centimètres sur le même banc à filtrer, ce qui permet de conduire de front 6 ou 8 essais.

Les choses étant ainsi disposées, si on remplit le filtre de liquide, il se colle si bien aux parois de l'entonnoir que l'air ne peut plus passer entre celle-ci et le papier. Il en résulte que la douille se remplit d'une colonne liquide qui, par son poids, détermine une aspiration continue et accélère ainsi la filtration dans une très-large mesure. Ces petits filtres sont aussi très-faciles à laver avec une très-petite quantité de liquide, puisqu'il suffit de les remplir 3 ou 4 fois après les avoir chaque fois laissés entièrement égoutter.

saire pour tenir le phosphate ammoniaco-magnésien en dissolution. Pour cela on y verse peu à peu de l'ammoniaque étendue au moyen de la pissette. Chaque goutte détermine un précipité qui se redissout par l'agitation. Lorsque, le précipité ne se redissolvant plus, la liqueur reste légèrement trouble, on cesse d'ajouter de l'ammoniaque et on ajoute une ou deux gouttes d'acide nitrique au $^1/_{10}$, qui ramène la limpidité dans la liqueur.

On ajoute alors 5 centimètres cubes de solution d'acétate de soude, on porte à l'ébullition et on fait l'essai à la solution titrée d'urane, exactement comme dans le cas précédent.

Cette manière de procéder, qui n'est qu'une combinaison de la méthode Brassier avec le dosage par la liqueur titrée d'urane, donne des résultats parfaitement exacts.

J'ai précédement démmontré qu'à la condition d'employer le sel de magnésie en grand excès, l'acide phosphorique était complétement précipité par l'ammoniaque en présence d'une grande quantité de citrate d'ammoniaque, la chaux, le fer et l'alumine restant en dissolution.

Si, dans ces conditions, on pèse le précipité après calcination pour en déduire l'acide phosphorique, comme cela est pratiqué dans la méthode Brassier, on a fréquemment une erreur en plus à cause de l'excès de magnésie que contient le précipité. J'ajoute que la calcination à blanc du pyrophosphate de magnésie n'est pas chose facile. En titrant le précipité par la liqueur d'urane au lieu de le peser, on abrège considérablement le travail et on échappe à l'erreur provenant de l'excès de magnésie et même à celle qui pourrait résulter d'un lavage insuffisant du précipité de phosphate ammoniaco-magnésien.

Voici quelques expériences qui ne laissent aucun doute sur l'exactitude et la généralité de cette méthode.

1re Expérience.

Titre de la solution d'urane..............	$4^{mgr}.88$
Correction................................	$1^{cc}.00$

On prend 20 centimètres cubes de solution normale d'acide phosphorique contenant 40 milligrammes d'acide phosphorique. On ajoute 10 centimètres cubes de liqueur citro-magnésienne et on précipite par un excès d'ammoniaque. Après douze heures de repos, on filtre avec les précautions précédemment indiquées, on redissout le précipité et on le titre au moyen de la liqueur d'urane. On trouve :

Solution d'urane.........................	$9^{cc}.2$
Correction................................	$1^{cc}.0$
Reste....................................	$8^{cc}.2 \times 4.88 = 40^{mgr}.016$.

Il est donc prouvé que la précipitation a été complète dans ces conditions, et que le travail auquel la liqueur a été soumise n'a exercé aucune influence sur la détermination de l'acide phosphorique.

2e Expérience. — Influence d'un excès de chlorure de calcium et de sulfate de chaux.

Solution titrée d'acide phosphorique.	20 centimètres cubes = 40 milligrammes PhO^5.
Carbonate de chaux pur.............	$0^{gr}.200$.
Acide chlorhydrique	1 centimètre cube.
Acide sulfurique au 1/10............	1 —
Liqueur citro-magnésienne..........	10 —
Ammoniaque en grand excès.........	Douze heures de repos.

On recueille, on lave, on redissout le précipité comme précédemment et on en prend le titre.

Solution d'urane.........................	$9^{cc}.2$
Correction................................	$1^{cc}.0$
Reste....................................	$8^{cc}.2 \times 4.88 = 40^{mgr}.016$

Le sulfate et le chlorure de calcium n'ont donc exercé aucune influence.

3e Expérience. — Influence des sels d'alumine.

Solution titrée d'acide phosphorique.	20 centimètres cubes = 40 milligrammes PhO^5.
Solution d'alun à 5 pour 100........	5 centimètres cubes.
Solution citro-ammoniacale..........	10 —
Ammoniaque en grand excès.........	Douze heures de repos.

Solution titrée d'urane....................	9cc.2
Correction................................	1cc.0
Reste..........................	8cc.2 × 4.88 = 40mgr.016.

Donc l'alumine en grand excès n'a exercé aucune influence.

4e Expérience. — Tout est semblable à la troisième, à cela près que la solution d'alun est remplacée par 5 centimètres cubes de solution de fer au maximum contenant 1 pour 100 de fer en volume.

Le résultat est encore exactement le même, donc le fer est aussi sans influence.

5e Expérience. — On réunit toutes les difficultés en reprenant les conditions de la deuxième expérience et en ajoutant à la fois 5 centimètres cubes de solution d'alun et 5 centimètres cubes de solution de fer.

Le résultat est encore exactement le même, cependant l'acide phosphorique se trouve dans cet essai en présence de quantités de chaux, d'alumine, d'oxyde de fer et de sulfates qui dépassent de beaucoup les quantités de ces mêmes éléments qui l'accompagnent ordinairement dans les phosphates naturels et artificiels.

Je suis donc parfaitement fondé à conclure qu'en suivant la méthode mixte que je viens de décrire, on peut doser l'acide phosphorique avec une grande précision dans toutes les matières qui intéressent l'agriculture et la physiologie.

On me demandera peut-être pourquoi je prends la peine de précipiter d'abord l'acide phosphorique à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien pour le doser ensuite par la liqueur titrée d'urane, lorsqu'il serait possible, ainsi que le pratiquent certains chimistes, de le titrer immédiatement par l'urane.

La réponse est facile et je crois utile de la donner pour dissiper une erreur fort répandue parmi les docimasistes.

Dans le cas qui nous occupe, les phosphates n'étant pas solubles dans l'eau, il faut nécessairement les dissoudre dans les acides chlorhydrique ou nitrique. Mais, comme ces acides dissolvent le phosphate d'urane, il est indispensable de les neutraliser et de les remplacer par de l'acide acétique pour maintenir les phosphates en dissolution. Pour cela deux moyens sont employés, ou ajouter de l'acétate de soude à la liqueur, ou la précipiter par l'ammoniaque et redissoudre le précipité avec l'acide acétique. Dans les deux cas, si la liqueur contient du fer ou de l'alumine, ou de l'un et de l'autre, il se produit immédiatement un trouble plus ou moins prononcé. Si on fait chauffer la liqueur pour faire l'essai par la solution d'urane, le trouble augmente, et si on recueille le précipité formé, on trouve qu'il contient de l'acide phosphorique. Selon Frésénius, ce précipité serait formé de phosphates de fer et d'alumine, si bien qu'il conseille de séparer ainsi ces deux bases dans un grand nombre de cas.

En réalité, le précipité ainsi obtenu en présence du phosphate de chaux contient toujours une certaine proportion de ce dernier corps. Cela est si vrai que le précipité se produit bien qu'il n'y ait dans la liqueur ni fer, ni alumine. Je l'ai obtenu en opérant sur du phosphate de chaux complétement pur. On peut même arriver, en chauffant longtemps la liqueur et en la laissant un peu se concentrer, à précipiter ainsi la plus grande partie du phosphate de chaux qu'elle contient. Voici une expérience qui ne laisse aucun doute à cet égard.

On pèse 250 milligrammes de phosphate de chaux tribasique pur; on les fait dissoudre dans un peu d'acide azotique étendu. On sature par l'ammoniaque jusqu'à trouble persistant, on redissout le trouble par quelques gouttes d'acide azotique étendu et on ajoute 5 centimètres cubes de solution d'acétate de soude. La liqueur reste d'abord claire. Mais, si on la fait chauffer, elle se trouble rapidement, et plus on la laisse longtemps à une température voisine de l'ébullition, plus le dépôt acquiert d'importance.

Après vingt-quatre heures de séjour au bain de sable, on a pu recueillir 85 milligrammes de phosphate de chaux. La liqueur filtrée remise au bain de sable a encore donné après un nouveau chauffage de vingt-quatre heures 65 milligrammes de phosphate de chaux. La liqueur filtrée, chauffée de nouveau pendant quarante-huit heures, a encore donné 58 milligrammes de précipité. Si on additionne ces divers précipités, ils donnent ensemble 208 milligrammes.

Sur les 250 milligrammes introduits au commencement il n'en reste donc en dissolution après la troisième filtration que 42.

Le procédé de séparation de l'alumine et du fer des autres bases indiqué par Frésénius est donc inexact toutes les fois que la liqueur contient du phosphate de chaux en grand excès, puisqu'il se précipite toujours dans ce cas du phosphate de chaux en même temps que les phosphates de fer et d'alumine. Il en résulte également que le titrage direct de la liqueur par la solution d'urane donne des résultats inexacts parce que l'acide phosphorique contenu dans le précipité échappe à l'action du sel d'urane. On a donc nécessairement un résultat trop faible. Si pour éviter cet inconvénient on recueille, on calcine et on pèse les prétendus phosphates de fer et d'alumine comme le font quelques chimistes, on ne fait disparaître l'erreur qu'en partie, car on attribue, d'après Frésénius, une composition constante à ce précipité qui a, au contraire, une composition très-variable suivant la quantité de phosphate de chaux qu'il entraîne. D'ailleurs, la filtration de la liqueur et le lavage du précipité exigent autant de temps que la méthode que je recommande. Il n'y a donc aucun avantage à procéder ainsi. Il arrive du reste, fréquemment encore, qu'après avoir séparé par le filtre le premier précipité produit, il s'en forme un second lorsque l'on chauffe de nouveau la liqueur pour en faire l'essai par la solution d'urane. Il est donc impossible d'arriver de cette façon à des résultats exacts et les limites d'erreurs sont beaucoup plus étendues qu'on pourrait le croire au premier abord.

Voici d'ailleurs quelques essais comparatifs des deux méthodes. J'appelle essai direct celui qui est exécuté sur la solution de phosphate après l'avoir neutralisée en grande partie par l'ammoniaque et additionnée d'acétate de soude, et essai indirect celui dans lequel on a d'abord séparé l'acide phosphorique à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien, que l'on a ensuite titré par le sel d'urane.

1° *Essai d'un phosphate bi-calcique précipité.*

a. Essai direct.	Acide phosphorique pour 100.	40.48
b. Essai indirect.	—	41.08
Différence........................		0.60
Différence pour 100 de l'acide phosphorique dosé.		1.46

2° *Essai d'un phosphate fossile.*

a. Essai direct.	Acide phosphorique pour 100.	23.09
b. Essai indirect.	—	23.37
Différence........................		0.28
Différence pour 100 de l'acide phosphorique dosé.		1.20

3° *Détermination de l'acide phosphorique total d'un superphosphate.*

a. Essai direct.	Acide phosphorique pour 100..	19.136
b. Essai indirect.	—	20.640
Différence........................		1.504
Différence pour 100 de l'acide phosphorique dosé.		= 7

On voit qu'en opérant directement, le dosage est toujours faible et que l'erreur peut aller jusqu'à 7 pour 100 de l'acide phosphorique dosé, ce qui est vraiment énorme.

Nous arrivons donc aux conclusions suivantes :

1° La précipitation de l'acide phosphorique par l'ammoniaque et la magnésie en excès en présence d'un excès de citrate d'ammoniaque donne un moyen excellent et très-général de séparer l'acide phosphorique des bases auxquelles il est ordinairement combiné ; mais, si on se contente de peser le précipité après l'avoir calciné, on a un résultat trop fort dans la grande majorité des cas.

2° La détermination de l'acide phosphorique par la solution titrée d'urane, pratiquée avec toutes les précautions que j'ai indiquées, donne, des résultats parfaitements exacts toutes les fois que l'acide phosphorique est en combinaison avec les alcalis ou la magnésie. Mais, si la matière à essayer contient de la chaux, du fer et de l'alumine, les résultats sont inexacts et le dosage est en général trop faible.

3° Enfin, en employant la liqueur citro-magnésienne pour séparer l'acide phosphorique et la solution d'urane, pour le doser dans le précipité obtenu on arrive constamment à des résultats exacts même lorsque la matière contient beaucoup de fer et d'alumine.

Dans un prochain article, j'examinerai les principales applications de la méthode aux analyses qui se présentent le plus fréquemment.

(La suite prochainement.)

DU CAOUTCHOUC ET DE LA GUTTA-PERCHA,

SPÉCIALEMENT ÉTUDIÉS AU POINT DE VUE CHIMIQUE.

Par T.-M. Blossom,

Ingénieur des mines, essayeur à l'Ecole des mines, Columbia Collége.

(Suite.) (1)

COMPOSITION ET PROPRIÉTÉS CHIMIQUES.

Caoutchouc. — Le caoutchouc est un hydrocarbure, et contient, à l'état pur :

	Ure.	Faraday.	C.-G. Williams.	
Carbone	90	87.2	86.9	87.3
Hydrogène	10	12.8	12.4	12.1
	100	100.0	99.3	99.4

En comparant son analyse avec celle de Faraday, Ure conclut qu'une certaine quantité de carbone, difficile à réduire par l'oxyde de cuivre, a échappé à la combustion dans l'analyse de Faraday. « Il est possible, dit-il, d'obtenir de l'acide carbonique en moins, mais il est impossible d'en obtenir une quantité supérieure à celle qui correspond à la proportion de carbone contenue dans la substance. Le simple oxyde de cuivre, tel que je l'ai employé, n'a pu former du carbone dans mon analyse définitive, et j'ai eu soin de broyer le mélange qui a servi à l'expérience et de le soumettre de nouveau à la combustion. » En réalité, Ure paraît avoir trouvé C. 90.00, H. 9.12, O. 0.88. — Total, 100.00 (*Voir les Transactions philosophiques* de 1822.) Suivant l'analyse de Faraday, la formule de composition du caoutchouc serait C^8H^7, ou l'un de ses multiples correspondant à C. 87.5, H. 12.5.

Caoutchouc du commerce. — Le caoutchouc brut du commerce renferme de l'oxygène. Ce corps n'est pas composé de principes purement végétaux, mais il consiste en un hydrocarbure d'une composition définie, mélangé avec une petite quantité de résine, dont la proportion varie suivant les différents échantillons. Les résultats suivants sont ceux qu'a donnés l'analyse, faite par W. A. Miller, d'un échantillon de caoutchouc pur de Para, non travaillé, comparé avec les bonnes feuilles de la même substance mâchée ou manufacturée :

	Non travaillé.	Travaillé.
Caoutchouc pur	96.60	96.64
Résine	1.80	2.06
Eau	1.30	0.82
Cendres	0.30	0.48
	100.00	100.00

En déduisant l'eau et les cendres, la composition élémentaire est la suivante :

	Non travaillé.	Travaillé.
Carbone	85.82	85.53
Hydrogène	11.11	12.06
Oxygène	3.07	2.41
	100.00	100.00

(1) Voir *Moniteur scientifique*, novembre et décembre 1871, et janvier 1872.

Adriani a trouvé la composition suivante pour un échantillon de caoutchouc qui avait été mis à sécher pendant plusieurs mois au-dessus de l'acide sulfurique. Ce caoutchouc était, en partie, réduit en poudre et contenait C. 87.25, H. 10.34, O. 11.40. — Total, 99.99. Il renfermait aussi de l'azote, mais on n'en détermina pas la proportion. Plusieurs chimistes signalent la présence de l'azote dans le caoutchouc du commerce.

Adriani a reconnu qu'un échantillon du caoutchouc dont nous venons de parler, que l'on tint dans de l'air très-sec pendant quelques semaines, perdit ses propriétés physiques les plus saillantes, et éprouva des altérations qui sont, suivant Payen, comparables à celles que l'on remarque dans les corps gras et les huiles qui deviennent rances. « Peut-être, » dit Adriani, « la décomposition provient-elle de cette partie constituante qui contient de l'azote, quoique cet élément ne se trouve dans le caoutchouc qu'en proportions excessivement faibles. »

DISTILLATION SÈCHE.

Par la distillation sèche ou décomposante, le caoutchouc donne une huile liquide, d'un jaune clair, appelée caoutchoucine, qui est un mélange de différents principes volatils dont les points d'ébullition sont variés. La distillation commence effectivement aux températures comprises entre 165 et 182° C, et semble presque stationnaire à 179 degrés. Les produits pyrogénés qu'elle donne peuvent être séparés en plusieurs sortes d'hydrocarbures, remarquables par leurs points bas d'ébullition. Suivant Himly, l'huile la plus volatile bout à 33° C. et possède une densité de 0.654; la partie la moins volatile ne distille qu'à 360° C. environ, ou même à une température plus élevée.

En opérant par distillations répétées et partielles, Himly a obtenu une huile qui distille entre 140 et 200° C.; après l'avoir mélangée par agitation avec une partie d'acide sulfurique et 8 parties d'eau, avec addition d'une solution de potasse, il la soumit de nouveau à la distillation et ne recueillit du nouveau produit que la portion qui se dégagea entre 166 et 170° C. Celui-ci fut saturé avec du gaz acide chlorhydrique sec, dissous dans l'alcool, séparé par lixiviation, séché sur du chlorure de chaux, et rectifié plusieurs fois d'abord avec de la baryte et puis avec de la potasse. L'huile ainsi purifiée fut la *caoutchine* de Himly. Elle distille à 171° C.; sa densité, à l'état liquide, est de 0.842 et de 4.461 à l'état de vapeur. Elle a pour composition C. 88.44, H. 11.56, qui est représentée par la formule $C^{20}H^{16}$, d'où il suit qu'elle est isomérique avec la térébenthine. En 1860, C. Greville Williams fit, à la Société royale de Londres, une communication sur l'isoprène et la caoutchine, deux hydrocarbures qui forment les parties les plus volatiles des produits distillés du caoutchouc (1). Après des cohobations répétées sur de la soude, suivies de distillation, du produit brut de la première distillation, il obtint le résultat suivant, moyenne de cinq analyses, pour la composition de l'isoprène :

	Expérience.		Calcul.	
Carbone	88.0	C^{10}	60	88.2
Hydrogène	12.1	H^8	8	11.8
	100.1		68	100.0

Il confirma ainsi complétement les résultats donnés ci-dessus, qui avaient été obtenus par Himly à l'égard de la caoutchine.

Le tableau suivant est dû à C. G. Williams.

Tableau des propriétés physiques de l'isoprène et de la caoutchine.

	Formule.	Point d'ébullition.	Poids spécifique.	Densité à l'état de vapeur. Expérience.	Calcul.
Isoprène	$C^{10}H^8$	37° C.	0.6823 (20° C.)	2.44	2.349
Caoutchine	$C^{20}H^{16}$	171° C.	0.8420	4.65	4.699

Bouchardat, dans sa distillation du caoutchouc, entoura d'un mélange réfrigérant le dernier récipient des produits condensés. Il obtint ainsi un liquide qui entrait en ébullition

(1) *Transactions philosophiques*, 1860, p. 241, et *Journal de la Société chimique*, 1862, p. 110.

au-dessous de 6° C., et qui était isomérique avec le bicarbure d'hydrogène de Faraday. Ce liquide fut mélangé avec une autre huile qu'il appela *caoutchène*, qui se produit seulement entre 10 et 18° C., et qu'on peut obtenir en cristaux au moyen d'un grand refroidissement. Les cristaux fondent à — 10° C. et distillent à 14° C. Dans son premier récipient, Bouchardat trouva une huile qui entrait en ébullition à 315° C., et ne se solidifiait pas par le froid ; il lui donna le nom de *Hévéène*. Elle est soluble, en toutes proportions, dans l'alcool anhydre et l'éther; elle absorbe le chlore et acquiert par suite la consistance de la cire. Elle est épaissie par les alcalis et absorbe l'oxygène. Traitée avec de l'acide sulfurique concentré, elle commence par épaissir, et dégage ensuite une huile qui offre beaucoup de ressemblance avec l'eupione, dont elle ne diffère que par sa densité et son point d'ébullition. Celui-ci, dans l'huile de Bouchardat, est de 228° C. L'hévéène est isomérique avec le gaz oléfiant.

Suivant Himly, la caoutchine ne se solidifie pas même à — 39° C. Elle tache le papier et est presque insoluble dans l'eau, quoique pourtant elle puisse en absorber une grande quantité. Elle se mélange, en toutes proportions, avec l'alcool, l'éther, les huiles grasses et les essences; elle n'est pas altérée par le potassium. L'eau oxygénée la convertit en résine, mais les péroxydes métalliques n'ont aucune action sur elle. L'acide sulfurique anhydre se combine avec la caoutchine, et forme de l'acide sulfurique et un acide dont le sel de baryte est soluble. Le chlore et le brome se combinent avec la caoutchine, en dégageant respectivement des vapeurs d'acides hydrochlorique et hydrobromique. La *chloro-caoutchine* est légèrement liquide aux températures ordinaires, et jouit d'une densité de 1.443. Elle n'est pas décomposée par les carbonates alcalins, et donne de l'acide hydrochlorique par la distillation sèche. Distillée avec une base, elle fournit une huile contenant une proportion moindre d'hydrogène et dont la composition C. 70.07, H. 9.57, Cl. 20.36 correspond à la formule $C^{10}H^{18}Cl.^{2}$.

Grégory (1) s'exprime ainsi : « Lorsque la caoutchine est soumise à la chaleur, elle commence par fondre et distille ensuite, en donnant un mélange de plusieurs huiles liquides, qui, toutes aussi pures que le caoutchouc lui-même, sont des carbures hydrogénés. Quelques-unes entrent en ébullition à 32 degrés et d'autres à 225° C. ; à des points intermédiaires d'ébullition, j'ai trouvé une huile qui, extrêmement rectifiée, bouillait à 35°.55 C., avait la composition du gaz oléfiant, et qui, traitée par l'acide sulfurique, donna une huile qui entrait en ébullition à 162°.20 C. et avait la même composition. La plupart des huiles sont isomériques avec la térébenthine et sont représentées par C^5H^4 ou $C^{10}H^8$. L'une d'elles, appelée *Caoutchine*, donne avec le chlore une huile dont la formule est $C^{10}H^8+Cl$. »

Suivant C. Gréville Williams, l'Isoprène, exposée à la lumière pendant quelques mois dans un flacon en partie plein, s'épaissit et acquiert des propriétés blanchissantes qui sont dues à l'absorption de l'ozone. Si l'on distille ce liquide ozonisé, il se produit une réaction violente entre l'ozone et l'hydrocarbure. Tous les hydrocarbures inaltérés disparaissent par la distillation, et le contenu du serpentin se solidifie subitement en une masse amorphe, d'un blanc pur, qui donne à l'analyse la formule $C^{10}H^8O$.

« Cet oxyde, dit-il, directement produit d'un hydrocarbure, est unique dans son mode de formation. »

Conversion de la caoutchine et de son isomère la térébenthine en cymole. — Par l'action alternative du brome et du sodium sur la caoutchine, ou son isomère la térébenthine, on enlève à ces corps deux équivalents d'hydrogène, et l'on a pour résultat final le cymole, dont l'odeur est exactement celle qui caractérise l'hydrocarbure extrait de l'huile de cumin, et qui se distingue tout à fait du camphogène. Le cymole, obtenu comme nous venons de le voir, est facilement converti en acide insolinique, en le traitant avec du bichromate de potasse et de l'acide sulfurique. L'acide, converti en sel d'argent et analysé, donne des nombres à peu près conformes à la théorie. (C. G. W.)

Paracymole. — En même temps que se forme le cymole, il se produit une huile de même composition, mais dont le point d'ébullition est à 300° C. Williams appelle cette huile paracymole.

---

(1) *Manuel de chimie organique* et *Annales de pharmacie et de chimie*, ch. XVI, 61.

Ce dernier chimiste a mis en tableau, de la manière suivante, les résultats obtenus par les trois expérimentateurs ci-dessus mentionnés :

Nom de l'expérimentateur.	Liquide trouvé.	Point d'ébullition.	Densité. Liquide.	Densité. Vapeur.
Gregory	$C^n H^n$	36° C.	0.654	
Bouchardat	$C^8 H^8$	au-dessous de 0°.	0.630 à 4°	
Bouchardat	Caoutchène ($C^n H^n$)	14°.5	0.650	
Bouchardat	Eupione (?)	51°	0.690 à 15°	
Himly	$C^5 H^4$ (?)	30°.40		
Himly	Caoutchine ($C^{20} H^{16}$)	171°	0.842	4.461
Bouchardat	Hévéène $C^n H^n$	au-dessus de 315°	0.921 à 21°	

« Des résultats aussi contradictoires, » dit Williams, « tendraient à faire supposer que le caoutchouc, comme l'huile de ricin, donne des produits différents suivant les températures; mais alors les produits obtenus de la distillation, si l'expérience a été soigneusement conduite, devraient contenir des corps appartenant à la classe des oléfiants et des térébènes, tandis qu'il n'en est pas ainsi. Le caoutchouc, soigneusement distillé dans des vases en fer, ne donna pas trace d'oléfiants. Les expressions $C^5 H^4$ et $C^{10} H^8$, telles qu'elles ont été employées par Grégory, indiquent simplement des rapports arithmétiques, et ne sont pas regardées comme des formules exactes et bien définies.

« Les résultats de M. Bouchardat (1) sont curieux et ne sont pas faciles à comprendre. Ce chimiste obtient des oléfiants et de l'eupione, mais il ne trouve aucun des corps représentés par la formule n ($C^5 H^4$), tandis que Himly (2) obtient des corps de la dernière formule et pas d'oléfiants. »

Action des réactifs.

Acide nitrique. — Il décompose le caoutchouc plus facilement à chaud, et celui-ci se convertit en acide carbonique et oxalique, tandis que l'azote et l'oxyde azoteux sont mis en liberté.

Acide chlorhydrique. — Il n'attaque pas le caoutchouc (Lampadius).

Acide sulfurique. — Il carbonise légèrement à sa surface le caoutchouc froid; mais, si on fait chauffer la gomme, elle est complétement décomposée par le réactif, et se résout en acides carbonique et sulfureux.

Chole et acide sulfureux. — Action nulle (Lampadius, — Muspratt).

Acide nitreux en vapeur. — Attaque rapidement le caoutchouc (Muspratt).

Gaz acide hydrochlorique. — Action nulle (Ure).

Ammoniaque. — Elle n'altère pas le caoutchouc (Ure), mais, après un contact de plusieurs mois, elle semble exercer sur lui l'influence curieuse de le ramener à l'état émulsif, forme sous laquelle il peut être employé comme vernis, recouvrant ses propriétés particulières siccatives (Muspratt).

Le gaz ammoniaque n'attaque pas le caouchouc (Lampadius).

Solutions alcalines. — Leur action est très-faible à froid; à chaud et après une longue digestion, le caoutchouc y devient mou et gluant; il s'y dissout en petites quantités (Muspratt).

La solution de potasse caustique la plus concentrée ne le dissout pas même au point d'ébullition (Ure).

Naphte. — Dans le naphte provenant du pétrole ou du goudron de houille, le caoutchouc se gonfle et acquiert un volume 30 fois plus grand que celui qu'il avait d'abord; chauffé dans le naphte, il se dissout en toutes proportions. Si on fait évaporer le naphte, le caoutchouc reste adhésif, et il est indispensable de le sécher à la vapeur pour lui enlever les dernières traces de dissolvant (Liebig-Dumas). Il le dissout à froid (Muspratt).

Benzol ou *benzine.* — Cette substance dissout le caoutchouc, et la solution laisse par évaporation une pellicule très-élastique de gomme pure. « Le benzol peut être rangé parmi les meilleurs dissolvants du caoutchouc. » (Muspratt.)

Alcool. — Le caoutchouc s'y gonfle beaucoup et y devient mou, mais sans se dissoudre

(1) *Annales de pharmacie et de chimie*, XXVII, 30.

(2) *Ibidem*, XXVII, 40.

(Dumas, — Liebig, — Payen). L'alcool précipite le caoutchouc de sa solution dans l'éther, mais n'a pas la même action sur le jus naturel (Dumas, — Liebig, — Payen, — Muspratt). Quelquefois il produit une matière grasse, fusible, jaunâtre (Payen), qui est probablement un produit résultant de l'oxydation de la substance gommeuse.

Éther. — L'éther anhydre, exempt d'alcool, est regardé par Dumas comme le meilleur dissolvant. Après l'évaporation de l'éther, le caoutchouc conserve ses propriétés originelles; il est seulement plus adhésif et adhère fortement comme s'il était à l'état de feuille fraîchement coupée (Muspratt, — Dumas, — Liebig).

Bisulfure de carbone. — Le caoutchouc se dissout complétement dans 20 parties de bisulfure de carbone, et laisse, après évaporation, une matière gommeuse, transparente et élastique (Lampadius).

Térébenthine. — L'huile de térébenthine bien rectifiée dissout complétement le caoutchouc, et la solution résultante lui laisse, après évaporation, toutes ses propriétés naturelles, plus une viscosité qui disparaît lorsqu'on le soumet à un courant de vapeur.

Camphène. — Ce corps, contenant 3 pour 100 de soufre, passe pour un bon dissolvant du caoutchouc, mais il laisse celui-ci, après évaporation, dans un état visqueux et dépourvu d'élasticité.

Caoutchoucine. — L'un des meilleurs dissolvants.

Huile de lin. — Suivant Booth, l'huile de lin n'a aucun effet sur le caoutchouc. J. Spiller soumit, pendant neuf mois, du caoutchouc vierge, non travaillé, à l'action d'huiles de lin cuites et crues, « et la gomme, » dit-il, « résista à l'action de ces dissolvants, » conservant presque entièrement sa solidité, excepté dans les parties qui se trouvaient au-dessus de la surface du liquide et exposées à la lumière. Du caoutchouc vierge, déchiqueté et traité par le même dissolvant, se gonfla toujours d'une manière considérable et passa à l'état gélatineux; de plus, sa dissolution fut complète dans l'huile de lin crue. D'après Heusler, il se dissout parfaitement dans l'huile de lin cuite. Suivant Ure et Parnell, cette huile dissout le caoutchouc et forme un vernis qui ne dépose pas ses éléments gommeux lorsqu'il est exposé à l'air (Muspratt). L'huile de lin, étendue sur la surface extérieure du caoutchouc, a la propriété de le rendre imperméable aux gaz (Chevreul, — Mitchell).

Huile de lavande. — Ne dissout pas le caoutchouc, suivant Booth et Ure (Muspratt, 1860). Il est constaté que le caoutchouc est soluble dans l'huile de lavande (Ure, 1863).

Huile de sassafras. — Dissout rapidement le caoutchouc qui a été préalablement ramolli dans l'éther; et, après évaporation du dissolvant, la gomme reste inaltérée.

Goudron de Norwége ou de Stockholm. — Soumis pendant neuf mois à l'action de ce goudron, le caoutchouc vierge, non manufacturé, ne subit aucune altération; il conserve presque complétement sa ténacité, excepté dans les parties qui se trouvaient en dehors du liquide et qui étaient exposées à la lumière. La substance se contracte spontanément, mais se maintient résistante et élastique (J. Spiller).

Action de l'oxygène atmosphérique.

L'article suivant a été publié par W. A. Miller, dans le *Journal de la Société chimique* de Londres, en 1865 :

« Le caoutchouc est sujet à éprouver des altérations, lorsqu'il est exposé à l'action de l'oxygène en présence de la lumière solaire, mais l'influence de ces agents est moindre sur cette gomme, lorsqu'elle est à l'état natif, que lorsqu'elle a déjà subi le travail de la manufacture. Soumise à l'action de l'air, à l'abri de la lumière, elle ne semble pas subir de changement marqué, même pendant un temps très-long. Toutefois, il importe d'observer que le caoutchouc mâché (déchiqueté, écrasé, etc.), est bien moins poreux que celui qui n'a subi aucune préparation. » Les résultats suivants sont ceux qu'a donnés l'examen de quelques échantillons de caoutchouc, soumis à l'expérience par M. L. Clark :

A. — *Caoutchouc vierge du Para, qualité supérieure.*

« On prit pour chaque expérience 500 grains ($32^{gr}.35$) de ce caoutchouc; il avait la forme d'un ruban étroit, et avait été étiré à chaud, puis refroidi subitement. Sa couleur était d'un

brun très-pâle. Les divers échantillons furent soumis à l'expérience à la fin d'octobre 1859 et examinés neuf mois après (4 août 1860).

« N° 1, placé dans un filet et exposé, en plein air, au soleil et à la pluie, était devenu noir et avait pourri, mais il n'était ni visqueux, ni pulvérulent. Son poids avait augmenté de 34.5 grains (2gr.23) ou de 7 pour 100.

« N° 2, fut exposé à l'air et à la lumière, mais conservé à l'état sec dans un flacon renversé sur son goulot; il avait augmenté en poids de 14 grains (0gr.9058) ou de 2.8 pour 100 par suite de l'absorption de l'oxygène, et était devenu brun, mou et visqueux, surtout dans les parties les plus exposées à la lumière. Il céda à l'alcool 11.81 pour 100 d'une résine oxydée, molle et visqueuse. »

L'analyse suivante donnera une idée de la composition de la résine ainsi formée. Nous avons mis en regard l'une de l'autre les analyses qu'ont faites Miller et J. Spiller d'une résine extraite par eux, au moyen de l'alcool chaud, d'un échantillon de tissu *waterproof* qui avait été gardé pendant six ans :

	Miller.		J. Spiller.
Carbone	67.23	Carbone	64.00
Hydrogène	9.54	Hydrogène	8.46
Oxygène	23.23	Oxygène	27.54
	100.00		100.00

Miller fait remarquer que la proportion de l'oxygène est un peu différente dans les divers échantillons.

N° 3, avait été exposé à la lumière diffuse dans un flacon ouvert et rempli d'eau douce; il était devenu blanc et opaque par suite de l'absorption de l'eau, et avait augmenté en poids de 86 grains (5gr.56) ou de 17 pour 100, mais il n'avait éprouvé aucune autre altération dans ses propriétés chimiques; séché, il reprit ses caractères originels.

N° 4, exposé à la lumière diffuse, dans un flacon ouvert et rempli d'eau de mer, avait absorbé 3.6 pour 100 de son poids d'eau. Il avait fort peu changé en apparence et n'avait subi aucune altération sous le rapport de sa composition chimique.

B. — *Feuille de caoutchouc mâchée, etc., qualité supérieure.*

« On fit simultanément une série semblable d'expériences sur une feuille de caoutchouc manufacturé.

« N° 1, exposé au soleil et à la pluie, s'était ramassé en une masse poisseuse, qui avait perdu sa ténacité et son élasticité.

« N° 2, exposé, dans un flacon renversé, à l'air et à la lumière diffuse, avait augmenté en poids de 8 grains (0gr.52) ou de 1.6 pour 100. Il formait une petite masse visqueuse et avait perdu son élasticité, surtout dans les parties les plus exposées à l'action de la lumière. Traité par l'alcool, il céda 12.64 pour 100 de son poids d'une matière résineuse à ce dissolvant.

« Les altérations présentèrent un contraste marqué avec les précédentes observées dans le n° 3, qui avait été gardé dans un flacon en verre, tenu dans l'obscurité, pendant le même temps, mais ouvert à l'air libre. L'échantillon n'avait augmenté en poids que de 0.6 pour 100; il ne présenta aucun signe d'altération sous le rapport de la ténacité et de l'élasticité, et ne céda à l'alcool que 2.0 pour cent de résine.

« N° 4. Il se composait d'une feuille de la même sorte de caoutchouc, que l'on avait fait tremper dans l'eau douce, en plein air et à la lumière diffuse. Il avait augmenté en poids de 87 pour 100 par l'absorption de l'eau, c'est-à-dire que son poids avait presque doublé. Il était devenu blanc, opaque, poisseux et gluant au toucher, et laissait échapper par la pression l'eau dont il était imbibé. Exposé à l'air, il perdit vite, en séchant, le poids qu'il avait acquis.

« N° 5, semblable au précédent, mais plongé dans l'eau de mer. Il était légèrement opaque et gluant, mais n'avait augmenté en poids que de 5 pour 100 par l'absorption du liquide. Un second échantillon, placé dans un flacon rempli d'eau de mer, exhalait une odeur d'hydro-

gène sulfuré, et avait gagné en poids 5.6 pour 100 par l'absorption. Il n'avait rien perdu de son élasticité et de sa ténacité. »

GUTTA-PERCHA. — SA COMPOSITION.

La gutta-percha est, comme le caoutchouc, un hydrocarbure.

Nous donnons ici les analyses de quelques échantillons de gutta-percha qui, sauf un seul cas, avaient été débarrassés de leurs impuretés par l'eau bouillante, et que l'on avait traités par l'alcool et l'éther pour enlever les résines qui les accompagnent ordinairement :

Chimistes.	Carbone.	Hydrogène.	Oxygène.	Résidu.	Total.
Soubeiran	87.80	12.20			100.00
Dr Maclagan	86.36	12.15		1.49	100.00
Adriani (1)	87.91	11.94			99.85
— (2)	86.44	11.37			97.81
W.-A. Miller (3)	88.96	11.04			100.00
— (4)	87.22	12.04	0.74		100.00
Oudemans (2)	87.91	11.90			99.81
A.-W. Hofmann	88.12	12.49			100.61

Gutta-percha du commerce. — Suivant W. A. Miller, la gutta-percha du commerce n'est pas un corps pur à principes végétaux immédiats, mais elle consiste surtout en un hydrocarbure que l'on peut appeler *gutta pure,* ou simplement *gutta,* mélangé avec un produit de son oxydation, qui se présente sous la forme d'une résine molle, dont la proportion s'élève à 15 pour 100 environ dans les meilleurs échantillons commerciaux. Voici l'analyse d'un de ces échantillons, ainsi que sa composition définitive après séchage et déduction des cendres :

Gutta pure	79.70	C	84.66
Résine molle	15.10	H	11.15
Fibre végétale	2.18	O	4.19
Eau	2.50		100.00
Cendres	0.52		
	100.00		

Adriani obtint de deux analyses de gutta-percha du commerce la composition moyenne suivante :

C..... 83.7 H..... 10.96 O, etc.... 5.97 Total..... 100.00

Cet échantillon contenait plus que des traces d'azote, mais les proportions de ce corps ne furent pas déterminées.

Soubeiran donne les trois analyses suivantes d'une gutta qui, bien que l'auteur ne l'ait pas dit formellement, était certainement de la gutta-percha du commerce :

C	83.5	83.5	83.4
H	11.3	11.3	11.4
O, etc.	5.2	5.2	5.2
	100.0	100.0	100.0

M. Arppe a considéré la gutta-percha comme un mélange de résines qui seraient formées de l'hydrocarbure $C^{10}H^{8}$. Ce mélange, dit-il, se compose essentiellement de six résines :

1.	Pas de formule.	
2.	$C^{40}H^{31}O^{6}$	13 pour 100.
3.	$C^{40}H^{31}O^{3}$	
4.	$C^{40}H^{24}O^{8}$	
5.	$C^{40}H^{31}O^{10}$	87 pour 100.
6.	$C^{40}H^{31}O^{7}$	

Ces résultats sont simplement curieux. M. Arppe aurait aussi bien pu trouver pour des

(1) Échantillon trouvé dans l'intérieur d'une masse de gutta-percha du commerce.
(2) Moyenne de trois analyses.
(3) Échantillon épuré par le docteur Cattell.
(4) Échantillon épuré par lui-même.

résines toute autre série de formules que celle qu'il donne, car les résines ne sont, sans aucun doute, que des composés oxydés en voie de passer par des degrés transitionnels à des états supérieurs d'oxydation. Le lecteur qui désirerait en savoir davantage sur la méthode employée par M. Arppe, pour séparer les différentes résines, pourra trouver des détails complets dans la *Chem. Gaz.*, 1851, p. 471, ou dans *Journal für praktische Chemie*, liii, 171.

Suivant M. Payen, la gutta-percha, telle qu'on la trouve dans le commerce, est formée de trois principes immédiats, très-différents entre eux ; et contient, en outre, quelques autres matières en petites quantités. Les variétés de gutta du commerce qu'il examina lui donnèrent les résultats suivants :

Gutta pure	75	à	82
Crystalbane, ou Albane (*résine blanche, cristalline*)	19	à	14
Fluavile (*résine amorphe, jaunâtre*)	6	à	4
	100		100

C'est en traitant la gutta-percha par l'alcool bouillant, à plusieurs reprises, jusqu'à épuisement, que l'on élimine les deux dernières matières résineuses et que l'on obtient de la gutta isolée, douée des propriétés utiles (Voir, pour plus de détails, les *Comptes-rendus de l'Académie des sciences*, XXXV, p. 109). Ces résines sont, sans doute, comme celles de M. Arppe, des composés oxydés transitionnels, et peuvent, par conséquent, se trouver en proportions relatives différentes dans les divers échantillons que l'on comparera deux à deux.

Distillation sèche.

C. Greville Williams a reconnu que la gutta-percha se décompose, par la distillation sèche, absolument de la même manière que le caoutchouc. Elle donne, en se résolvant, les mêmes hydrocarbures polymères, isoprène $C^{10}H^{8}$, caoutchine $C^{20}H^{16}$ et hévéène, ce dernier corps étant aussi probablement polymérique avec les deux autres. La caoutchine forme environ 20 pour 100, et l'isoprène 5 pour 100 du produit brut de la distillation. Celui-ci contient également un peu d'eau fortement acide, renfermant un acide volatile qui paraît être l'un des membres inférieurs de la série $C^{n}H^{2n}O^{2}$.

Action des réactifs.

Considérée au point de vue de sa solubilité dans les divers réactifs, la gutta-percha offre des rapports chimiques presque identiques avec ceux du caoutchouc. Sauf les propriétés physiques qui sont différentes, ainsi que nous l'avons constaté, tout ce que nous avons dit du caoutchouc, sous le rapport de la solubilité, peut s'appliquer à la gutta-percha, excepté pourtant en ce qui concerne les huiles de lavande et de sassafras, sur l'action desquelles l'auteur de l'article n'a trouvé aucun renseignement. Il est important de faire remarquer que, lorsqu'on emploie, comme dissolvant, un hydrocarbure quelconque, la gutta en retient une portion avec une telle force qu'il est impossible de l'en retirer sans décomposer la gomme.

Action de l'oxygène atmosphérique.

Suivant W. A. Miller, les parties détériorées d'une gutta-percha altérée ont subi un changement chimique, et ce changement s'est opéré par oxydation. La gutta-percha, exposée alternativement à l'humidité et à la sécheresse, en présence de la lumière solaire, se détruit rapidement ; elle devient cassante, friable, prend l'aspect d'un corps résineux et en acquiert les propriétés chimiques. A mesure qu'elle absorbe de l'oxygène, elle augmente lentement en poids et devient proportionnellement soluble dans l'alcool et dans les solutions alcalines étendues. Tous les moyens qui ont pour effet de retarder ou prévenir cette oxydation retardent et préviennent la destruction de la gutta. On a reconnu que, lorsque la gutta-percha est complétement submergée dans l'eau, elle n'éprouve aucune altération, et que l'eau de mer est éminemment propre à sa conservation.

M. Clark a fait sur la gutta-percha une série d'expériences tout à fait semblables à celles que nous avons déjà décrites pour le caoutchouc. Nous allons en donner les résultats tels qu'ils ont été interprétés par W. A. Miller.

500 grains ($32^{gr}.35$) d'une feuille mince de gutta-percha furent soumis, pendant huit mois, aux conditions suivantes :

1. Dans un filet, à l'air libre et à la lumière, mais à l'abri de la pluie;
2. Dans un flacon, à l'air libre et à la lumière, mais à l'abri de la pluie;
3. Dans un flacon, à l'air libre, mais à l'abri de la lumière;
4. Dans de l'eau douce, à l'air libre et à la lumière;
5. Dans de l'eau douce, en plein air et à l'abri de la lumière;
6. Dans de l'eau douce, à l'abri de l'air et de la lumière;
7. Dans de l'eau de mer, en plein air et à la lumière;
8. Dans de l'eau de mer, à l'abri de la lumière, mais à l'air;
9. Dans de l'eau de mer, à l'abri de la lumière et de l'air.

Les échantillons 4, 5, 6, 7, 8 et 9 ne subirent aucune autre altération qu'un léger accroissement de poids, dû à l'absorption de l'eau, qu'ils perdirent après une exposition à l'air pendant une heure ou deux. La ténacité et la structure de la matière n'avaient subi aucune espèce de changement.

Le n° 2, qui avait été roulé et introduit dans un flacon renversé sur son goulot ouvert, avait absorbé 5 pour 100 d'oxygène, et une partie de la masse, 55 pour 100, était convertie en résine. Les couches extérieures, exposées à la lumière, étaient cassantes et résineuses, mais les portions intérieures, garanties de la lumière par les replis extérieurs, se trouvaient très-peu altérées sous le rapport de la texture et de l'aspect.

Le n° 3 avait éprouvé peu ou pas de changement; il avait augmenté en poids de 0.5 pour 100 seulement, et ne céda à l'alcool que 7.4 pour 100 de matières résineuses.

Un autre échantillon, qui n'avait été exposé à la clarté du jour que pendant deux mois, était devenu tout à fait cassant, avait augmenté en poids de 3.6 pour 100, et céda à l'alcool 21.5 pour 100 de matière résineuse, tandis qu'un morceau de la même feuille, gardé dans l'obscurité, n'avait subi aucune modification sensible.

Miller examina aussi plusieurs spécimens de câbles qui étaient restés submergés pendant un temps dont la durée variait de quelques semaines à sept années. *Dans aucun des cas où le câble avait été submergé d'une manière complète et continue, il ne découvrit aucune altération sensible dans la qualité de la gutta.* La seule différence chimique que l'on remarqua dans les divers spécimens consistait dans la quantité d'eau, plus ou moins grande, que chacun d'eux retenait mécaniquement. 100 parties de chacun des échantillons renfermait :

	1.	2.			3.	4.	5.
		a.	*b.*	*c.*			
Eau	0.84	3.36	1.75	1.49	4.80	0.96	2.50
Cendres	1.05	....	....	0.76	3.52	0.75	0.50

1. Gutta submergée pendant sept ans.

2. Trois échantillons submergés pendant cinq ans. Câble enfermé dans une enveloppe de fil de fer galvanisé, entourée d'un simple fil de cuivre, roulé avec un ruban d'étoupe imbibé d'un mélange d'huile de lin cuite, de suif et de goudron de Norwége.

a. Gutta enfouie à une petite profondeur dans le sable. Retirée de son enveloppe au moment de l'analyse.

b et *c.* La gutta-percha de ces échantillons fut exposée à l'air, hors de son enveloppe métallique, pendant quelques mois, et était par conséquent plus sèche que celle de *a.*

2. Submergée pendant sept mois. Câble formé de sept fils, recouvert de goudron et puis de gutta-percha, sans enveloppe métallique.

4. Submergé pendant quelques semaines. Construction du câble semblable à la précédente.

5. Gutta-percha neuve recouvrant un câble qui n'avait jamais servi.

A.-W. Hofmann donne les analyses suivantes des résines extraites d'une gutta-percha qui, sous forme de câble télégraphique, avait été exposée à l'air, dans l'Inde, pendant un temps relativement court. Nous donnons aussi l'analyse d'une résine extraite par W.-A. Miller d'une gutta-percha ordinaire du commerce, de bonne qualité, qui faisait partie d'un morceau de câble neuf.

HOFMANN.

Résine soluble dans l'alcool froid.

	I.	II.	Moyenne.
Carbone.............	62.94	61.64	62.79
Hydrogène...........	9.22	9.36	9.29
Oxygène.............	27.84	28.00	27.92
	100.00	100.00	100.00

Résine soluble dans l'alcool bouillant.

	I.	II.	Moyenne.
Carbone.............	68.13	67.29	67.22
Hydrogène...........	10.01	10.18	10.09
Oxygène.............	21.86	22.53	22.19
	100.00	100.00	100.00

W.-A. MILLER.

C..... 76.15 H..... 11.16 O..... 12.69 Total..... 100.00

Le caoutchouc et la gutta-percha sont-ils des corps isomères?

Les analyses du caoutchouc et de la gutta-percha paraissent se ressembler suffisamment pour autoriser à croire que ces deux composés sont isomères. Si nous prenons les nombres de Faraday, que nous croyons se rapprocher le plus de la vérité, et si nous les comparons avec ceux des analyses de la gutta-percha, nous trouvons que les deux dernières analyses de cette substance, c'est-à-dire celles de Soubeiran et de Miller, concordent presque exactement avec celles du caoutchouc par Faraday. Si l'on applique à l'hydrogène les nombres donnés à l'oxygène dans l'analyse de Miller, on obtient des résultats exactement correspondants à ceux de Faraday. Nous avons déjà constaté que la gutta-percha, suivant C.-G. Williams, fournit aussi par la distillation les mêmes produits que le caoutchouc.

(*A continuer.*)

LEÇONS SUR LES MATIÈRES COLORANTES.

Par le docteur Crace Calvert,

Membre de la Société royale de Londres, membre correspondant de la Société industrielle de Mulhouse, membre honoraire de la Société de pharmacie de Paris, etc., etc.

TROISIÈME LEÇON.

(Suite. — Voir *Moniteur scientifique*, décembre 1871 et janvier 1872.)

INDIGO. — ORSEILLE. — BLEU DE PRUSSE. — OUTREMER.

Indigo. — Cette importante matière colorante était connue dans les Indes et en Egypte longtemps avant l'ère chrétienne. Les Romains l'employaient dans la peinture, mais ne savaient pas la rendre soluble et par conséquent ne pouvaient l'employer dans la teinture des tissus. Ce n'est qu'au VIe siècle, c'est-à-dire depuis la découverte de la route des Indes par le cap de Bonne-Espérance, que l'indigo fut employé en Europe. Son application dans l'art de la teinture fut longtemps retardée par l'opposition que lui firent ceux qui se livraient à la culture du pastel : ils amenèrent les gouvernements français, anglais et allemand à en interdire l'usage. Un édit de Henri IV, roi de France, condamnait à la peine de mort « tous ceux qui emploieraient la drogue pernicieuse appelée aliment du diable. » Et ce n'est qu'en 1737 que les teinturiers français obtinrent le droit de faire usage de l'indigo sans restrictions.

L'indigo existe dans plusieurs variétés de plantes, parmi lesquelles nous citerons le *polygonum tinctorium* et l'*isatis tinctoria* ou pastel; mais on le trouve en plus grande quantité dans

des plantes de la famille des légumineuses. Le genre d'où on l'extrait commercialement est l'*indigofera*, qui croît en abondance dans les Indes, à Java, en Chine et dans quelques parties de l'Amérique du Sud.

Pour extraire l'indigo, on fauche les plantes qui le renferment à l'époque de la floraison et on les réunit en bottes que l'on porte dans de grandes cuves remplies d'eau. On laisse fermenter pendant huit ou neuf heures, au bout desquelles la liqueur, qui était jaune au commencement de l'opération, prend une couleur vert foncé et présente à sa surface une écume bleue; l'on soutire et l'on verse la liqueur dans des cuves peu profondes où on l'agite fortement; l'indigo blanc soluble est ainsi converti en indigo bleu insoluble. On ajoute un peu d'eau de chaux et on laisse déposer. On soutire une deuxième fois, on fait bouillir avec de l'eau le dépôt ainsi obtenu jusqu'à ce qu'une écume, composée de matières azotées et végétales apparaisse à la surface du liquide et puisse être enlevée. La pâte bleue est filtrée, pressée et placée dans des châssis en bois divisés en petits carrés, on la fait ensuite sécher, d'abord au soleil, puis à l'ombre. La qualité de l'indigo dépend beaucoup du soin apporté à sa fabrication,

Ce ne fut qu'en 1855 que M. Schunck découvrit l'état dans lequel se trouve l'indigo dans les plantes du genre *indigofera* et la nature des transformations qu'il subit pendant les différentes opérations de son extraction. Quelques années auparavant, M. Chevreul avait découvert que l'indigo blanc se transforme par l'oxydation en indigo bleu; mais ce n'est qu'à l'époque que nous venons d'indiquer, et dans des mémoires subséquents en 1857 et 1865, que M. Schunck décrivit la véritable nature des changements chimiques qui ont lieu pendant l'extraction de l'indigo.

Il opéra sur l'*isatis tinctoria* ou pastel, qui contient le même principe colorant que l'indigofera, et qui est la seule plante commune de notre pays qui contienne de l'indigo.

Il parvint à démontrer par ses recherches que l'indigo existe dans la plante, combiné avec un sucre particulier et formant un glucoside auquel il a donné le nom d'*indican*. Ce composé, sous l'influence de la fermentation, se décompose en indigo et en sucre. En traitant le pastel sec par l'éther ou l'alcool, le docteur Schunck a obtenu l'indican. Il donne pour l'extraire le procédé suivant : Il traite les feuilles sèches du pastel par l'éther dans un appareil à déplacement et il distille la plus grande partie du liquide. La liqueur verte qui reste est évaporée à une température modérée, il ajoute un peu d'eau froide au résidu sirupeux et il sépare la chlorophylle et les autres matières insolubles par filtration. Il obtient ensuite l'indican, soit par l'évaporation spontanée de la dissolution aqueuse, soit en évaporant dans le vide.

L'indican est une matière glutineuse jaune et transparente. Il est soluble dans l'eau, dans l'alcool et dans l'éther. Si l'on porte à l'ébullition une dissolution d'indican additionnée de soude caustique, il se dégage de l'ammoniaque; mais la propriété la plus remarquable que possède ce corps est de se transformer en indigo bleu par l'action des acides concentrés. Si l'on ajoute de l'acide sulfurique ou de l'acide chlorhydrique à une dissolution aqueuse d'indican, aucun changement ne se produit, mais si l'on élève la température à un point voisin de l'ébullition, la dissolution prend immédiatement une teinte bleue, et en faisant bouillir quelque temps elle devient opaque. Si l'on continue l'ébullition, on obtient une coloration violette, et si la dissolution est assez concentrée, il se forme un précipité violet foncé, que l'on recueille sur un filtre et lave à l'eau. Le docteur Schunk, en traitant ce précipité par l'alcool, a obtenu de l'indigotine pure et une substance soluble d'un bleu rougeâtre appelée par Berzélius indigo rouge, et par Schunk *indirubine*, qui peut être considérée comme un produit de la décomposition de l'indican, ou, ce qui est plus probable, comme une oxydation plus avancée de l'indigo blanc.

Le principe colorant que contient l'*indigofera* peut être, ainsi que celui du pastel, considéré comme un glucoside donnant par sa décomposition un principe incolore qui se convertit ensuite en principe coloré. Le docteur Schunck explique par la formule suivante la décomposition de l'indican en indigo.

$$\underbrace{C^{26}H^{33}NO^{18}}_{\text{Indican.}} + \underbrace{H^2\dot{O}}_{\text{Eau.}} = \underbrace{C^8H^5NO}_{\text{Indigo.}} + \underbrace{3(C^6H^{10}O^6}_{\text{Indiglucine.}}$$

Dans des travaux plus récents publiés en 1864, le docteur Schunck a déterminé les actions chimiques qui se produisent dans les cuves pendant la préparation de l'indigo, et il a démontré que si le fabricant d'indigo ne prend pas les plus grands soins pendant la fermentation de la plante, s'il en prolonge trop longtemps la durée ou la laisse devenir trop vive, il obtient, soit une qualité inférieure, soit un rendement moindre, soit même, dans certains cas, une destruction complète du principe colorant.

Dans ce cas, l'indigo ne se décomposerait pas seulement en indican, mais l'indiglucine serait convertie en alcool et en acide acétique; ces derniers agissant sur l'indigo formeraient avec lui un composé dans lequel l'indigotine ne peut plus être oxydée par l'air.

Le docteur Schunck exprime ces réactions par la formule suivante :

$$\underbrace{C^8H^5NO}_{\text{Indigo.}} + \underbrace{(8C^2H^6O)}_{\text{Alcool.}} + \underbrace{3(C^2H^4O^2)}_{\text{Acide acétique.}} + CO^2 = C^{31}H^{39}NO^4 + 13H^2O$$

Il obtient ce composé plus facilement en traitant l'indigo bleu par l'alcool additionné d'une dissolution alcaline de protoxyde d'étain, jusqu'à ce que l'indigo soit dissous ; il ajoute de l'acétate de soude et il abandonne le tout à une température modérée. Quelque temps après, l'indigo est complétement uni à l'alcool et à l'acide acétique, il ne possède plus la propriété de s'oxyder à l'air.

L'indigo pur ou indigotine peut être obtenu soit au moyen de l'indican, par le procédé que nous avons déjà décrit, soit par sublimation. Dans ce cas, on réduit l'indigo en poudre et on l'introduit dans de petites capsules plates munies d'un couvercle, on chauffe à une température de 165 à 220° C.; il se forme de très-belles aiguilles prismatiques d'indigotine, que l'on enlève mécaniquement.

L'indigotine est insoluble dans l'eau, l'alcool, l'éther, les acides faibles et les alcalis, elle est légèrement soluble dans la créosote, l'acide phénique et l'acide acétique anhydre additionné d'une petite quantité d'acide sulfurique. On peut la précipiter de cette dernière solution par l'addition d'eau, et dans ce cas seulement son application directe sur le tissu est possible.

Lorsque l'on chauffe l'indigotine, on obtient de magnifiques vapeurs violettes d'une odeur caractéristique. Sous l'action d'agents oxydants, comme l'acide nitrique, il se forme trois produits distincts, l'isatine $C^8H^5No^2$, l'acide indigotique ou nitrosalycilique $C^7H^5(No^2)O^3$, et de l'acide picrique $C^6H^33(NO^2)O$. Le premier est formé par l'oxydation simple, tandis que dans le deuxième et dans le troisième une partie du carbone est oxydée, et de l'acide hipoazotique se substitue à de l'hydrogène.

Ces réactions chimiques me portent à appeler votre attention sur quelques déductions scientifiques très-intéressantes, qui tendent à prouver qu'il existe une certaine relation entre l'indigo, l'aniline et l'acide phénique. Si l'on chauffe de l'indigo avec de la potasse dans une petite cornue, il se forme de l'aniline qui distille. Si l'indigo est chauffé avec une dissolution de potasse caustique marquant 1,35, on obtient de l'acide anthranilique que l'on peut considérer comme un acide phényl-carbonique. L'acide anthranilique, chauffé de nouveau à une température de 316 degrés, donne de l'acide salycilique que l'on peut considérer comme un composé d'acide phénique et d'acide carbonique. Enfin, l'indigotine traitée par un excès d'acide nitrique donne, comme l'acide phénique, de l'acide picrique ou trinitrophénique.

Ces faits permettent d'espérer que l'on pourra un jour à venir fabriquer l'indigotine artificiellement par l'acide phénique.

Récemment MM. Emmerling et Engler ont accompli scientifiquement la production artificielle de ce corps, en se servant d'un des radicaux mixtes découverts en 1857 par M. Friedel, auquel il avait donné le nom de méthylure d'acétyle et que MM. Emmerling et Engler nommèrent acétophénone.

Leur procédé consiste à traiter l'acétophénone par l'acide nitrique. Il se forme deux composés azotés, l'un cristallin, l'autre sirupeux. Le dernier, après évaporation, se présente sous la forme d'une masse résineuse à laquelle on ajoute 10 parties de zinc réduit et une partie

de chaux sodée. Le mélange est chauffé dans de petits tubes, et par l'évaporation on obtient de l'eau et une matière contenant de l'indigotine en petite quantité.

Ce résultat est certainement un triomphe pour la chimie scientifique et il nous rapproche de la production artificielle commerciale d'une matière colorante des plus importantes.

Une grande quantité de substances, en fournissant un équivalent d'hydrogène à l'indigo bleu, le convertissent en indigo blanc, substance incolore, insipide, insoluble dans l'eau mais soluble dans l'alcool, dans l'éther et dans les dissolutions alcalines. J'ai publié il y a quelques années un procédé qui permettait d'extraire une grande quantité d'indigo, du dépôt qui se forme dans les cuves montées à froid. Ce procédé était fondé sur la propriété que possède l'indigo de former un composé insoluble avec la chaux et le protoxyde de fer.

L'indigo blanc se dissout facilement dans l'acide sulfurique concentré, en communiquant au liquide une coloration bleue très-foncée.

Plusieurs substances sont employées commercialement pour convertir l'indigo bleu en indigo blanc soluble dans les alcalis, je citerai la chaux et le protoxyde de fer; un alcali caustique et le protoxyde d'étain; le sulfure d'étain, l'arsenic ou le zinc en présence d'un alcali caustique, enfin quelques matières organiques qui fermentent facilement, comme le sucre, le raisin et le son.

Les deux formules suivantes montrent la différence de composition des deux indigos :

$$\underbrace{2(C^8H^5NO)}_{\text{Indigotine.}} + \underbrace{2H}_{\text{Hydrogène.}} = \underbrace{C^{16}H^{12}N^2O^2}_{\text{Indigo blanc.}}$$

Les meilleures qualités d'indigo nous viennent du Bengale, de Java et de Guatémala. Elles ont une couleur bleu clair, présentent l'aspect d'une pâte homogène et possèdent un beau reflet cuivreux qui augmente par le frottement.

M. Chevreul, opérant sur un bel échantillon d'indigo commercial, a trouvé qu'il avait la composition suivante :

Indigotine	45
Matières solubles dans l'alcool	30
Matières solubles dans l'éther	12
Matières solubles dans l'acide chlorhydrique	6
Matières minérales	7
	100

L'indigo commercial est souvent falsifié avec différentes matières minérales. On découvre aisément cette fraude en calcinant un poids connu de l'indigo à essayer, le résidu ne doit pas dépasser 10 pour 100, la falsification la plus employée consiste dans l'addition d'amidon. On peut la reconnaître facilement en faisant bouillir de l'indigo pulvérisé dans de l'acide chlorhydrique. L'amidon insoluble est converti en dextrine soluble qui prend une belle couleur rouge, lorsque l'on ajoute de l'iode.

On a proposé plusieurs procédés pour déterminer la quantité d'indigotine contenue dans l'indigo commercial, je n'en citerai que trois : le premier consiste à dissoudre 1 gramme d'indigo sec et pulvérisé dans 12 grammes d'acide sulfurique concentré ; le tout est porté à une température qu'il faut avoir soin de maintenir au-dessous de 50 degrés. L'indigo se combine avec l'acide sulfurique en formant des composés solubles dans l'eau. On ajoute la quantité d'eau nécessaire pour porter le volume à un litre. L'opération est répétée avec 1 gramme d'indigotine pure qui donne une dissolution type. On prend une dissolution de poudre de blanchiment ou de bichromate de potasse que l'on a titrée de façon que cent volumes de cette dissolution décolorent complétement 1 gramme d'indigotine, soit toute la matière colorante de la dissolution type. On en verse une quantité suffisante pour obtenir le même résultat dans la dissolution d'indigo commercial et le volume employé pour détruire la couleur représente la quantité pour cent d'indigotine. Si l'on emploie, par exemple, 60 divisions de la dissolution titrée, on admet que l'échantillon contient 60 pour 100 d'indigotine.

Cette méthode donne toujours des résultats au-dessus de la valeur réelle, l'acide hypochloreux et l'acide chromique n'étant pas décomposés uniquement par l'indigo, mais aussi par plusieurs matières oxydables et colorantes, qui figurent dans la composition donnée par M. Chevreul à la partie soluble dans l'alcool.

Le second procédé, dû au professeur Fritzsche, donne des résultats plus exacts. Il consiste à introduire une partie d'indigo bien pulvérisé et une partie de sucre de raisin dans 48 ou 50 parties d'alcool bouillant, auxquelles on ajoute deux parties d'une dissolution concentrée de soude caustique; on verse le tout dans un flacon que l'on bouche, et on laisse refroidir. Au bout d'un jour ou deux, le liquide est complétement incolore, et, en l'exposant à l'air, l'indigo réduit absorbe l'oxygène et l'indigotine se précipite sous la forme de magnifiques cristaux prismatiques que l'on receuille. Après avoir lavé et séché on pèse, et le poids obtenu donne la quantité d'indigotine.

Le troisième procédé, que j'ai imaginé il y a une vingtaine d'années, donne des résultats satisfaisants. Il consiste à introduire dans un matras une partie d'indigo pulvérisé, deux parties de couperose verte et deux cents parties d'eau contenant 10 pour 100 de soude caustique. On fait bouillir quelques instants et on laisse refroidir. La liqueur claire est décantée avec soin et exposée à l'air dans des vases de peu de profondeur et présentant une grande surface. L'indigo blanc s'oxyde et se précipite sous la forme d'indigo bleu. Le résidu insoluble restant dans le matras est soumis trois fois à ce traitement. L'indigotine ainsi obtenue est recueillie sur un filtre, lavée, séchée et pesée.

Un procédé commercial fondé sur cette méthode a été employé par MM. Haas et Cie, qui vendent de l'indigo ainsi purifié sous le nom d'indigo raffiné. On prépare aussi une qualité inférieure au produit de M. Hass, en chauffant l'indigo à une température modérée avec de l'acide chlorhydrique qui dissout la chaux et les autres matières minérales, ainsi que l'amidon avec lequel l'indigo est quelque fois falsifié. On le fait bouillir ensuite avec une dissolution faible de soude caustique, qui dissout la chlorophylle et les matières résineuses et laisse comme résultat une deuxième qualité d'indigo raffiné.

J'appellerai maintenant votre attention sur trois préparations commerciales de l'indigo, obtenues en le traitant par l'acide sulfurique.

La première, l'acide *sulfo-purpurique* ou *phénicine* ou pourpre d'indigo, se prépare en traitant une partie d'indigo par quatre parties d'acide sulfurique très-concentré, en chauffant pendant une heure ou deux à une température ne dépassant pas 50 degrés ou jusqu'à ce qu'un peu de la masse versée dans une grande quantité d'eau s'y dissolve entièrement en lui communiquant une teinte violette. On doit conduire cette opération avec soin, afin d'éviter la formation d'un composé bleu dont je parlerai plus loin, l'acide sulfo-indigotique. On mélange ensuite la masse acide ainsi obtenue, avec 40 ou 50 parties d'eau, il se forme un magnifique précipité violet, qui, recueilli sur un filtre, est lavé avec de l'acide chlorhydrique faible. Pour teindre la laine avec l'acide sulfo-purpurique, il faut ajouter au bain une faible quantité d'acide chlorhydrique. La laine prend une belle coloration bleu violet dont on peut faire varier la nuance par un passage en bain de carbonate ou d'acétate de soude faible, qui enlève une petite quantité d'acide sufo-indigotique s'y trouvant comme impureté, et forme du *sulfo-purpurate de soude*, meilleur teint que l'acide lui-même.

L'acide *sulfo-indigotique* se prépare en dissolvant une partie d'indigo dans dix ou douze parties d'acide sulfurique concentré et en élevant avec beaucoup de soin la température de la masse à 50 degrés, température que l'on maintient pendant plusieurs heures. L'opération est terminée lorsqu'une petite quantité du liquide se dissout entièrement dans l'eau froide. Les acides dont nous venons de parler ont, lorsqu'ils sont parfaitement purs, les formules suivantes :

Acide sulfo-purpurique...............	$C^{16}H^{10}N^{2}O^{2}SO^{3}$
Acide sulfo-indigotique...............	$C^{8}H^{5}NOSO^{3}$

Berzélius admet un troisième composé, l'acide *hypo-sulfo-indigotique.*

Ces acides, transformés en sels neutres de soude, se vendent sous le nom de carmin d'indigo. On les prépare en neutralisant les sulfo-acides par le carbonate de soude. La pâte ainsi formée est jetée sur un filtre en flanelle monté sur un châssis, afin de séparer le sulfate de soude en excès et une matière colorante verte, qui sans nul doute est de la chlorophylle modifiée. La pâte est ensuite lavée avec une solution de chlorure de sodium. Il est très-remarquable que le carmin d'indigo, très-soluble dans l'eau pure, soit complétement insoluble dans l'eau contenant du sulfate ou du chlorure de sodium.

Les sulfo-indigotates de potasse et de soude sont solubles dans 100 à 150 parties d'eau, tandis que les sulfo-indigotates de chaux, de magnésie et d'alumine y sont très-solubles. Les sulfo-indigotates de baryte et de plomb sont au-contraire complétement insolubles dans l'eau.

Le carmin d'indigo est surtout employé pour la teinture de la soie, parce qu'il est exempt de la matière colorante verte qui ternirait les bleus et les violets en se fixant sur la fibre en même temps que les sulfo-indigotates.

Pour déterminer si le carmin a été bien lavé, c'est-à-dire si toute la couleur verte a été enlevée, on en étend une petite quantité sur un morceau de papier glacé. La matière, en séchant, prend une coloration variant du bleu pâle au violet cuivré. suivant le mode de fabrication; si elle contient de la substance verte, il se forme autour du bleu un anneau vert.

Le carmin d'indigo de bonne qualité a pour composition :

Eau	85
Indigo	10.2
Résidu salin	4.8
	100.0

L'acide sulfo-indigotique est surtout employé pour la teinture de la laine. On ajoute au bain de teinture un peu d'alun et de crème de tartre, afin de faciliter la fixation de l'indigo sur la laine. La matière colorante verte n'est pas nuisible dans ce cas, car elle n'a aucune affinité pour la fibre de la laine.

Le carmin d'indigo et l'acide sulfo-indigotique sont facilement décolorés par les agents réducteurs, l'hydrogène et l'hydrogène sulfuré par exemple, mais la couleur apparaît de nouveau en les exposant à l'air parce qu'ils réabsorbent l'oxygène.

Les composés dont nous venons de parler n'ayant aucune affinité pour les fibres végétales et ne donnant pas sur soie et sur laine des couleurs assez solides, leur emploi n'a pu devenir général; voici quelques-unes des méthodes employées pour obtenir des bleus solides d'indigo.

Elles sont toutes basées sur le principe de la réduction de l'indigo bleu en indigo blanc, ce dernier se dissout dans un alcali, ce qui permet de l'introduire dans les fibres du tissu. Au contact de l'air l'alcali se combine avec l'acide carbonique, l'indigo blanc mis en liberté absorbe l'oxygène et se transforme en indigo bleu insoluble qui se fixe sur la fibre. On applique cette méthode principalement aux fibres végétales, au lin et surtout au coton.

Il y a deux procédés employés pour teindre avec l'indigo : le procédé à chaud et le procédé à froid; le premier est surtout appliqué pour la laine, le second pour les fibres végétales et principalement pour le coton.

Le procédé le plus ancien et encore le plus employé pour monter des cuves d'indigo à froid, consiste à verser dans une cuve d'eau d'environ 10,000 litres, 30 kilogrammes d'indigo pulvérisé, 90 kilogrammes de chaux éteinte et 60 kilogrammes de sulfate de protoxyde de fer exempt de sulfate de cuivre. La plus grande partie de la chaux employée s'unit à l'acide sulfurique du sel de fer pour produire du sulfate de chaux, le protoxyde de fer mis en liberté s'empare de l'oxygène de l'indigo et se convertit en oxide salin, c'est-à-dire en une combinaison de proto et de sesquioxyde de fer. L'indigo réduit se dissout dans l'excès de chaux.

MM. R. Schloesser et Comp., de Manchester, ont découvert dans ces derniers temps un perfectionnement à la préparation des cuves d'indigo. On évite par ce nouveau procédé la production du précipité volumineux de sulfate de chaux et d'un oxyde de fer, qui par sa combinaison avec l'indigo produit une perte de matière colorante. Le bain restant plus fluide, les pièces sont moins sujettes à être tachées et l'on obtient un meilleur résultat.

Ce procédé consiste à mélanger 10 kilogrammes d'indigo en pâte, 15 kilogrammes de limaille de fer, 15 kilogrammes de zinc réduit en poudre impalpable et 18 kilogrammes de chaux vive. On agite de temps en temps pendant 24 heures, au bout desquelles la cuve est prête pour teindre. Si le bain ne paraît pas complétement réduit, on ajoute un peu de chaux et de zinc. D'après la théorie de ce procédé, le zinc, sous l'influence de la chaux, décompose l'eau et se combine avec l'oxygène, tandis que l'hydrogène mis en liberté s'empare de l'oxygène de l'indigo, le réduit et le rend soluble dans la chaux.

Pour teindre le coton en bleu d'indigo, il suffit de le tremper pendant quelque minutes dans

ces cuves d'indigo réduit, et de l'exposer ensuite à l'air. Le tissu, qui, en sortant du bain, possède une teinte verte, absorbe l'oxygène et prend une coloration bleue dont l'intensité varie selon le nombre de fois que les pièces ont été passées dans les cuves et exposées à l'air. Lorsque le coton a atteint la nuance demandée, on le fait passer dans un bain d'acide sulfurique faible qui enlève toute la chaux libre.

Il y a encore un autre procédé dont l'emploi, beaucoup moins fréquent maintenant, était considérable à une certaine époque. Il produit sur le tissu un bleu pâle dont la teinte rappelle celle des porcelaines de Chine, ce qui lui a fait donner le nom de bleu de faïence ou faïencé. Pour l'obtenir on imprime sur les pièces de l'indigo pulvérisé et mélangé à une petite quantité de sulfate de fer. On fait passer les toiles ainsi imprimées dans six cuves successives. Les deux premières contiennent de la chaux, la troisième du sulfate de fer, la quatrième une dissolution de soude caustique, la cinquième une dissolution diluée d'acide sulfurique et la sixième de l'eau. Lorsque les pièces ont acquis la teinte bleue désirée, elles sont lavées et passées de nouveau dans de l'acide sulfurique faible, puis relavées. Les réactions chimiques qui se produisent sont les mêmes que celles qui ont lieu dans le procédé des cuves à froid.

Pour teindre la laine, on emploie une modification de l'ancien procédé de la cuve au pastel; l'usage du pastel étant complétement abandonné, je ne parlerai que de la méthode dans laquelle l'indigo lui est substitué. Cette cuve porte le nom de cuve d'Inde. Elle se compose de 8 kilogrammes d'indigo pulvérisé que l'on ajoute à un bain contenant 3500 grammes de son, 3500 grammes de garance, 12 kilogrammes de potasse, et l'on maintient le tout à une température de 90 degrés pendant plusieurs heures. On laisse refroidir, une fermentation se produit. Au bout de quarante-huit heures environ, l'indigo est devenu soluble étant réduit par la décomposition du sucre et des divers produits organiques, pendant la fermentation. Le bain doit avoir une teinte jaune verdâtre et présenter à sa surface une écume bleue cuivreuse.

Dans ces dernières années l'on a introduit dans l'usage de ces cuves un perfectionnement qui permet d'éviter l'emploi de la garance. On les prépare maintenant en ajoutant à de l'eau portée à la température de 95 degrés, 20 seaux de son, 11 kilogrammes de cristaux de soude, 5500 grammes d'indigo et 2500 grammes de chaux éteinte. On maintient la température à 40 ou 50 degrés; au bout de douze heures, la fermentation commence et l'indigo se dissout dans l'alcali. La préparation de ces cuves demande une grande expérience et beaucoup de soins : si la fermentation est trop lente, l'indigo n'est pas bien réduit; si elle est trop active, il y a une grande perte d'indigo. Les recherches du docteur Schunck, dont nous avons déjà parlé, indiquent les moyens d'éviter ces pertes et expliquent pourquoi elles ont lieu. Les remarques que j'ai faites en parlant de la fabrication de l'indigo sont les mêmes dans ce cas : si la fermentation produit de l'alcool ou de l'acide acétique, il se forme le composé d'indigo non oxydable du docteur Schunck.

Je ne puis terminer cette étude sur l'indigo sans parler de la production de cette matière colorante dans le corps humain. Les médecins ont remarqué de temps en temps que l'urine sécrétée sous certaines influences pathologiques acquiert une coloration brune et quelquefois bleue par l'exposition à l'air. Le docteur Hassel découvrit que dans certains cas la matière colorante était de l'indigo, mais c'est encore au docteur Schunck que nous devons des connaissances plus complètes sur ce sujet. Dans un travail présenté à la Société royale de Londres, il a prouvé que dans des cas identiques à ceux qu'a étudiés le docteur Hassel, l'urine contenait le glucoside de l'indigo, l'indican. Il observa que l'indican existait dans beaucoup d'urines sécrétées par des personnes en bonne santé et qu'il se produit principalement chez les individus qui ne prennent pas assez d'exercice. Il a réussi à le développer en mélangeant à ses aliments une grande quantité de sucre.

Orseille. — J'appellerai maintenant votre attention sur une matière colorante découverte en 1300 par un Italien nommé Federigo, qui, pendant un voyage dans le Levant, remarqua le pouvoir colorant d'une classe de plantes appelées lichens. Sous le nom d'orseille, il en introduisit l'usage à Florence, où cette découverte lui procura une immense fortune.

Les lichens sont de petites plantes qui poussent soient sur les troncs et sur les racines des

arbres, soit sur les rochers ou dans les terrains humides. On peut ranger dans cette classe les plantes qui poussent dans les régions arctiques, quoiqu'elles ne soient pas employées pour produire la matière colorante appelée orseille. Les variétés utilisées à cet effet se trouvent dans des contrées plus chaudes et surtout aux tropiques. On peut les diviser en deux classes : la première et la plus abondante pousse sur des rochers au bord de la mer et comprend les variétés *roccella tinctoria* et *roccella fuciformis*. On les trouve aux îles Canaries, au cap Vert, en Sardaigne, mais principalement à Madagascar, au Zanzibar, à Angola et dans l'Amérique du Sud. La seconde classe comprend la variété *variolaria orcina* et se trouve dans l'intérieur des terres, en très-grande quantité dans les Pyrénées.

Les lichens ne contiennent pas une matière colorante toute formée, mais des acides incolores, qui, sous l'influence de l'ammoniaque et de l'oxygène de l'air, se transforment en orseille.

La quantité d'orseille que peuvent fournir les lichens importés de différents pays étant très-variable, le docteur Stenhouse a rendu un grand service aux fabricants en leur donnant un procédé très-simple pour déterminer la valeur commerciale des lichens. Voici quel est le procédé qu'il emploie : On fait macérer 100 grammes de lichen dans une dissolution diluée de soude caustique d'une densité de 1,025, et l'on répète ce traitement deux fois, deux opérations étant suffisantes pour extraire toute la matière colorante. On ajoute, à l'aide d'une burette graduée, une dissolution titrée d'hypochlorite de soude à la dissolution alcaline. Lorsque le liquide décolorant est versé dans la dissolution de soude, il se forme une coloration rouge sang qui disparaît quelques instants après, et le liquide prend une coloration jaune. On ajoute une nouvelle quantité de la liqueur d'hypochlorite et l'on agite le mélange avec soin. L'opération est répétée jusqu'à ce que la dissolution titrée d'hypochlorite de soude ne produise plus de coloration rouge, ce qui prouve que tout le principe colorant est oxydé. Il faut avoir soin, à la fin de l'opération, de n'ajouter la liqueur décolorante que goutte à goutte, en agitant après chaque addition. En notant la quantité d'hypochlorite de soude nécessaire pour détruire la coloration, on peut déterminer la quantité de matières colorantes en comparant ce résultat avec celui que donne un lichen type.

Les fabricants d'orseille sont aussi redevables au docteur Stenhouse d'un procédé d'extraction qui, tout en simplifiant les opérations, donne des couleurs plus vives que celles que l'on pouvait obtenir avant sa découverte. L'ancien procédé, employé pendant plusieurs siècles, consistait à laisser le lichen macérer dans de l'eau, à laquelle on ajoutait de temps en temps de l'urine putréfiée, de la chaux et du carbonate de soude. Après deux ou trois mois d'exposition à l'air, le principe incolore du lichen se transformait en orseille. Plus tard, lorsque les progrès de la chimie eurent permis d'obtenir l'ammoniaque à bon marché, en l'employa à la place d'urine. Le procédé du docteur Stenhouse consiste à épuiser le lichen en le laissant macérer dans un lait de chaux. On décante et l'on recommence l'opération deux ou trois fois. On ajoute ensuite un acide à la liqueur alcaline ; il se forme un précipité blanc gélatineux qui, recueilli et mis en contact avec de l'ammoniaque, produit de l'orseille.

Les magnifiques couleurs violettes et mauves que l'on obtient avec l'orseille sur la soie et sur la laine sont très-facilement altérées sous l'influence de la lumière et des acides faibles, tels que l'acide sulfureux. M. Marnas, de Lyon, réussit en 1856 à produire avec de l'orseille des violets et des mauves solides.

Le procédé de M. Marnas consiste à traiter le lichen par un lait de chaux, comme l'avait indiqué le docteur Stenhouse, dans la liqueur filtrée on précipite le principe colorant par l'acide chlorhydrique et on le jette sur un filtre. Ce précipité bien lavé est dissous dans de l'ammoniaque caustique, et la liqueur ammoniacale est maintenue à la température de 85 à 90 degrés pendant vingt ou vingt-cinq jours. Sous l'influence de cette température prolongée et de l'action de l'air, les principes colorants du lichen s'emparent de l'ammoniaque et de l'oxygène et se transforment en une nouvelle série de produits. Ceux-ci sont séparés du liquide, et par l'addition de chlorure de calcium ils se précipitent sous la forme d'une laque violette magnifique, qui porte le nom de pourpre française.

Pour teindre la soie et la laine avec la pourpre française, il suffit de mélanger celle-ci avec

son poids d'acide oxalique et d'ajouter de l'eau, on porte le tout à l'ébullition et l'on filtre. L'oxalate de chaux ainsi formé reste sur le filtre, tandis que la couleur passe au travers; on ajoute à la liqueur une petite quantité d'ammoniaque et il ne reste plus qu'à plonger la soie et la laine dans ce bain pour obtenir des violets et des mauves.

Pour teindre le coton, il faut le mordancer avec l'albumine ou le préparer comme le rouge turc, avant de le faire passer en bain de teinture

C'est Robiquet qui, le premier, a réussi à extraire des lichens un principe incolore possédant la propriété de prendre une belle couleur violette en présence de l'ammoniaque et de l'oxygène ; il lui a donné le nom d'*orcine*. Robiquet l'a obtenue en traitant le *variolaria orcina* par de l'alcool absolu. La dissolution refroidie donne des cristaux qui, repris par l'eau, cristallisent de nouveau en formant l'hydrate d'orcine; par cristallisation dans l'éther, on obtient de l'orcine anhydre. L'orcine donne une belle couleur rouge avec le perchlorure de fer, mais sa propriété la plus remarquable est sa transformation en orcéine, que Robiquet explique par la réaction suivante :

$$\underbrace{C^7H^8O^2}_{\text{Orcine.}} + \underbrace{AzH^3 + O^3}_{\text{Ammoniaque.}} = \underbrace{C^7H^9AzO^3}_{\text{Orcéine.}} + \underbrace{H^2O}_{\text{Eau.}}$$

L'orcéine se présente sous la forme d'une poudre brune légèrement soluble dans l'eau froide, à laquelle elle communique une coloration violette. Elle est soluble dans l'alcool et dans l'éther, elle se dissout dans les alcalis, qu'elle colore en cramoisi; elle existe dans l'orseille commerciale à l'état d'orcéinate d'ammoniaque.

Je ne puis parler dans cette leçon des recherches de Heeran et de sir R. Kane, mais je désire vous donner un rapide aperçu de celles du docteur Stenhouse et du docteur Schunck.

Le principal mérite du docteur Schunck consiste à avoir découvert la relation qui existe entre l'orcine de Robiquet et l'*erythrine* ou *pseudo-erythrine* de Heeran, et d'avoir montré que l'orcine est le type de cette série de matières colorantes. Il obtint ce résultat en traitant par l'éther la *variolaria orcina* pulvérisée et séchée. L'évaporation de cette dissolution donne un résidu dont il parvint à isoler une substance à laquelle il donna le nom de *lécanorine* ou *acide lécanorique*. Ce composé cristallise en aiguilles blanches, et prend une coloration rouge lorsqu'on le traite par l'hypochlorite de chaux. Le perchlorure de fer lui communique une coloration violette. Il en est de même lorsqu'on expose à l'air une dissolution de ce composé dans l'ammoniaque; mais la propriété la plus remarquable que possède cette substance est de se convertir en orcine et en acide carbonique lorsqu'on la fait bouillir avec une dissolution aqueuse de baryte. Voici la réaction qui se produit :

$$\underbrace{C^8H^8O^4}_{\text{Lécanorine.}} = \underbrace{C^7H^8O^2}_{\text{Orcine.}} + \underbrace{CO^2}_{\text{Acide carbonique.}}$$

Le docteur Schunck découvrit aussi qu'en portant à l'ébullition une dissolution de lécanorine dans l'alcool, il se forme un éther spécial, et que cet éther est identique à la *pseudo-erythrine* de Heeran.

Le docteur Stenhouse a réussi à extraire des composés importants auxquels il a donné le nom d'erythrite et d'acides orselliques. Le premier est un produit de la décomposition de l'erythrine sous l'influence de l'eau de chaux ; il se forme de l'acide carbonique, de l'orcine et de l'erythrite, comme l'indique l'équation suivante :

$$\underbrace{C^{12}H^{16}O^7}_{\text{Érythrine.}} + H^2O = \underbrace{C^4H^{10}O^4}_{\text{Érythrite.}} + \underbrace{C^7H^8O^2}_{\text{Orcine.}} + CO^2$$

Les acides orselliques ont été obtenus par le docteur Stenhouse, l'un, de lichens provenant de l'Amérique du Sud, l'autre de lichens du sud de l'Afrique. Le premier paraît avoir une composition identique à celle de la lécanorine, et est susceptible de se décomposer sous l'influence de la baryte et de la chaux, en acide carbonique et en orcine. Le second paraît être un composé d'acide lécanorique et d'une substance appelée roccellinine. Selon M. Schutzenberger, l'acide lécanorique peut subir une décomposition en formant de l'acide orsellique et une transformation encore plus complète, qui produit de l'orcine.

L'importance commerciale de l'orseille a beaucoup diminué depuis la découverte des

violets qui dérivent de l'aniline; cependant on l'emploie encore pour produire, mélangée à d'autres matières colorantes, des bruns, des marrons et d'autres couleurs foncées. Son principal usage consiste à former les fonds des bleus d'indigo bon marché dans la teinture de la laine. On teint à cet effet très-légèrement en indigo (matière colorante dont le prix est très-élevé), et l'on passe ensuite en bain d'orseille, qui communique à l'étoffe une teinte violette présentant la même apparence que si l'étoffe était teinte avec des bains très-riches en indigo.

Le *cudbear* est une préparation spéciale de l'orseille, qui fut découverte par le docteur Cuthbert Gordon, et que l'on emploie pour les mêmes usages que l'orseille.

Le *tournesol* s'obtient avec les mêmes lichens que ceux que l'on emploie pour produire l'orseille. La seule différence qui existe dans leur préparation consiste en l'addition de chaux et de carbonate de potasse au bain ammoniacal dont nous avons parlé. En somme, ce procédé se rapproche beaucoup de celui que l'on emploie pour produire l'orseille. Au bout de trois ou quatre semaines la couleur bleue se développe, on ajoute alors du sulfate de chaux et l'on sèche. Le tournesol est employé pour communiquer une teinte particulière aux fromages fabriqués en Hollande et comme réactif dans les laboratoires.

Bleu de Prusse. — Le bleu de Prusse est, de toutes les couleurs solides, une des plus belles et des plus vives que l'on puisse obtenir. Il fut découvert par hasard en 1710, par un fabricant de couleurs de Berlin, appelé Diesback. Le procédé par lequel on le produisait fut tenu secret jusqu'en 1724, époque à laquelle le docteur Wodward publia un procédé pour le préparer. Le procédé a reçu depuis plusieurs perfectionnements, mais je me contenterai de le décrire tel qu'il est employé maintenant.

Le bleu de Prusse est une combinaison de fer et cyanogène (composé de carbone et d'azote). Il y a deux cyanures bien définis correspondant aux deux oxydes du fer, le protocyanure $Fe\,Cy$ et le sesquicyanure Fe^2Cy^3. Ces deux cyanures se combinent ensemble en proportions différentes et donnent les diverses teintes de bleu de Prusse employées dans l'industrie. Il est très-curieux de remarquer qu'il est impossible de produire ces composés par la combinaison directe du fer et du cyanogène; il faut d'abord que celui-ci soit combiné au potassium, c'est-à-dire forme du cyanure de potassium; on obtient alors par l'addition d'un sel de fer un cyanure de fer qui, en présence du cyanure de potassium donne un cyanure double. Il y a deux cyanures doubles de fer et de potassium, le ferrocyanure de potassium ou prussiate jaune de potasse, et le ferricyanure de potassium ou prussiate rouge de potasse, dont les formules peuvent être représentées par :

Prussiate jaune.................... $Fe\,Cy + 2\,K\,Cy$
Prussiate rouge.................... $Fe^2Cy^3 + 3\,K\,Cy$

Pour produire du bleu de Prusse avec ces sels il est nécessaire de remplacer le potassium par du fer. A cet effet, on ajoute un persel de fer au prussiate jaune et un protosel au prussiate rouge. Le fer remplace le potassium du double sel, et il se produit un double cyanure de fer, comme l'indiquent les formules suivantes :

$$3(Fe\,Cy, 2\,K\,Cy) + 2\,Fe^2Cl^3 = 3\,Fe\,Cy, 3\,Fe^2Cy^3 + 6\,K\,Cl$$
$$Fe^2Cy^3, 3\,K\,Cy + 3\,Fe\,Cl = Fe^2Cy^3, 3\,Fe\,Cy + 3\,K\,Cl$$

Comme le montrent ces réactions, le bleu obtenu dans la deuxième réaction n'est pas identique au bleu de Prusse obtenu dans la première; on lui donne le nom de bleu de France ou de Turnbull.

On peut facilement démontrer ces faits, car si l'on mélange une dissolution d'un sel de peroxyde de fer à une dissolution de prussiate rouge qui ne contient que du percyanure de fer, il ne se forme pas de bleu. Il en est de même si l'on mélange du prussiate jaune et du protochlorure de fer; mais on obtient immédiatement du bleu, si l'on ajoute à la dissolution de prussiate rouge un sel de protoxyde de fer, ou à du prussiate jaune un sel de peroxyde de fer.

Quoique la préparation du bleu de Prusse paraisse fort simple, il faut cependant une grande habitude pour obtenir la teinte bleue que demandent les arts et l'industrie. On le

trouve rarement pur dans le commerce, il est souvent mélangé avec de la farine ou de la craie. Ces additions ont pour but soit de falsifier la couleur, soit de produire des teintes plus faibles. L'analyse chimique ne donne donc pas la véritable valeur du produit. La méthode généralement suivie consiste à broyer avec de l'huile des poids égaux de l'échantillon et de bleu de Prusse d'une valeur connue, auquel on ajoute de la céruse jusqu'à ce que l'on ait obtenu des teintes égales; la quantité de céruse ajoutée donne la valeur relative de l'échantillon.

La meilleure qualité de bleu de Prusse s'obtient par le mélange d'une solution diluée de prussiate rouge de potasse et d'un sel de protoxyde de fer; les secondes qualités se préparent par le mélange du prussiate jaune et du pernitrate de fer. Des qualités inférieures s'obtiennent avec le prussiate jaune et le sulfate de fer (couperose verte) qui produisent un précipité d'un bleu pâle, que l'on transforme en bleu de Prusse par l'addition d'hypochlorite de chaux, qui non-seulement oxyde une partie du fer, mais qui convertit le protocyanure en percyanure. On produit des qualités d'un prix encore moins élevé en mélangeant de l'alun au fer avant l'addition de prussiate.

Le bleu de Prusse fut appliqué pour la première fois sur soie en 1811, par Raymond, professeur de chimie à Lyon. Napoléon Ier avait offert une prime importante pour la découverte d'un bleu qui pût remplacer l'indigo, que l'on ne pouvait plus importer en France. Le procédé de Raymond, légèrement modifié, est encore employé aujourd'hui, quoique l'importance du bleu de Prusse ait beaucoup diminué depuis la découverte des bleus d'aniline.

Le procédé modifié de Raymond consiste à laisser la soie plongée pendant quelques heures dans un sel de peroxyde de fer; lorsque l'oxyde de fer est fixé sur la soie, on lave et l'on plonge dans une dissolution légèrement acide de prussiate jaune de potasse. Le bleu de Prusse se produit sur la soie qu'il suffit de laver. Le seul perfectionnement apporté à cette fabrication a été l'addition d'un persel d'étain au sel de fer.

La teinture du coton et de la laine par le bleu de Prusse a lieu par une réaction chimique très-curieuse. A la température de 100 degrés, tous les acides, même plusieurs acides organiques, comme l'acide oxalique, l'acide citrique et l'acide tartrique, possèdent, ainsi que les sulfates acides, la propriété de décomposer les deux prussiate jaune et rouge; le potassium du cyanure se combine avec l'oxygène de l'eau et avec l'acide organique. Le cyanogène mis en liberté s'unit à l'hydrogène de l'eau pour former l'acide prussique, le cyanure de fer libre s'unit à la fibre du tissu, et par un passage dans un bain faible de bichromate de potasse ou d'hypochlorite de chaux, ou par une simple exposition à l'air, une partie du protocyanure de fer se convertit en sesquicyanure, et le bleu de Prusse se produit. Les sels d'étain facilitant beaucoup la fixation du prussiate sur le tissu, on ajoute généralement du chlorure d'étain au prussiate de potasse; il se produit du prussiate d'étain. Pour imprimer sur calicot, l'on ajoute au mélange soit de l'acide tartrique, soit de l'acide citrique, l'on épaissit et l'on imprime. Lorsque la pièce imprimée est sèche, on vaporise et le bleu de Prusse se produit sur l'étoffe. Il suffit ensuite de passer en bain de bichromate de potasse pour le développer complétement.

Outremer. — L'outremer est une matière colorante très-importante, grâce à son prix peu élevé et aux brillantes couleurs qu'il fournit. On l'emploie en grande quantité dans plusieurs industries : pour les couleurs d'application sur toiles peintes, la teinture des papiers, l'impression typographique et lithographique, la fabrication des allumettes et dans les raffineries de sucre.

La valeur de l'outremer dépend de la finesse de sa poudre et de la beauté de sa couleur. Beaucoup de soins et une grande expérience sont nécessaires pour les diverses opérations que comprend sa fabrication. Il faut en effet purifier avec soin les substances employées, les mélanger convenablement, les chauffer à des températures déterminées, broyer, laver et sécher le produit obtenu. Quatorze opérations distinctes sont nécessaires pour produire l'outremer. Je ne puis entrer dans les détails de ces différentes opérations. Voici seulement les différents points de la fabrication.

La proportion des produits employés doit être :

Argile ou kaolin	50	parties.
Sulfate de soude	19	—
Soufre	25	—
Charbon	12	—
Carbonate de soude	28	—
	134	parties.

Ces substances, après avoir été intimement mélangées, sont introduites dans un creuset en terre que l'on ferme avec soin et que l'on chauffe à 275 degrés environ pendant douze heures. On élève ensuite graduellement la température jusqu'au rouge blanc, et au bout de quarante-huit heures on éteint le feu et on laisse refroidir lentement dans les fourneaux. On retire alors la masse obtenue, qui présente une belle coloration verte. Après l'avoir broyée, lavée et séchée on la chauffe à l'air libre, mais avec précaution; si l'on dépasse le point d'oxydation voulu, la couleur est détruite. Afin d'éviter ce danger, on ajoute de temps en temps un peu de soufre, ce qui permet de ménager l'oxydation. Il suffit ensuite de laver et de sécher.

Le principe colorant de l'outremer n'est pas bien connu. On le suppose être un sulfite ou un hyposulfite de soude spécial. La matière solide, en presque totalité, est un silicate double de soude et d'alumine. Il est important de noter que, quoique nous ne connaissions pas la véritable matière colorante de l'outremer, sa composition est presque identique à celle du lapis lazuli naturel, employé pendant plusieurs siècles, malgré son prix très-élevé, avant la découverte de l'outremer.

Les deux analyses suivantes montreront ce rapport :

	Lapis lazuli.	Outremer.
Silice	45.40	46.60
Alumine	31.67	23.30
Potasse	Nulle.	1.75
Soude	9.09	21.46
Fer	0.52	1.06
Chaux	3.52	0.02
Acide sulfurique	5.89	3.08
Soufre	0.95	1.68
Chlore	0.42	Traces.
Eau	0.12	Nulle.
Pertes	2.42	1.05
	100.00	100.00

L'outremer artificiel fut découvert par un chimiste français nommé Guimet, qui le fabriqua pendant plusieurs années en tenant son procédé secret.

SUR L'ANTHRACÈNE ET SES DÉRIVÉS.

Par M. Émile Kopp (1).

ACTION DE L'OXYCHLORURE DE CARBONE SUR L'ANTHRACÈNE.

En chauffant pendant dix à douze heures un mélange d'anthracène et d'oxychlorure de carbone $COCl^2$ liquéfié par un mélange réfrigérant dans de forts tubes en verre scellés, à une température de 180° — 200°, il y a réaction et le contenu des tubes change d'aspect.

On plonge les tubes de nouveau dans un mélange réfrigérant avant de les ouvrir. Il se dégage alors des torrents de gaz HCl, tandis que l'excès d'oxychlorure de carbone reste dans les tubes à réaction. On peut le récupérer en reliant ceux-ci avec un tube en U plongé dans un mélange réfrigérant, tandis que les premiers sont placés dans de l'eau chaude. L'oxychlorure de carbone distille et se condense dans le tube en U.

(1) Voir *Moniteur scientifique*, 15 août 1870, août et octobre 1871, et janvier 1872.

Le contenu des tubes droits, formé de cristaux jaunes et d'une matière résineuse brune, est alors traité par une solution étendue de soude, qui ne dissout que les cristaux. La liqueur filtrée, sursaturée par un acide, laisse déposer des flocons jaunes qui sont l'acide anthracène carbonique impur. On le purifie soit par recristallisation dans l'eau bouillante, lorsqu'on n'opère que sur de petites quantités, l'acide n'y étant que peu soluble, soit, mieux encore, dans l'alcool, d'où il cristallise en belles aiguilles jaunâtres.

L'acide anthracène carbonique $C^{15}H^{10}O^2 = C^{14}H^{10}(CO^2) = C^{14}H^9, CO^2H$, dont la coloration jaunâtre paraît être due à une substance étrangère, difficile à éliminer, présente des propriétés acides bien caractérisées, se dissout facilement dans l'éther, l'alcool, l'acide acétique monohydraté, mais très-peu dans l'eau; cependant, plus à chaud qu'à froid.

Il fond vers 206 degrés et se décompose à cette température lentement en anthracène et acide carbonique. Cette dissociation commence même déjà à 150 degrés. La même décomposition s'observe en chauffant l'acide avec de la chaux sodée.

Chauffé avec de l'acide chromique, il se convertit en anthraquinone, avec dégagement d'acide carbonique; l'acide nitrique, même étendu, produit un effet semblable; mais, dans ce cas, l'anthraquinone est mélangée avec des produits nitrés.

L'oxydation de l'acide anthracène carbonique est représentée par l'équation suivante :

$$\underbrace{C^{14}H^9, CO^2H}_{\text{Acide anthracène carbonique.}} + 3O = \underbrace{C^{14}H^8O^2}_{\text{Anthrachinone.}} + CO^2 + H^2O.$$

L'anthracène carbonate barytique $[C^{14}H^9CO^2]^2Ba$, préparé en saturant l'acide par du carbonate de baryte, est à peu près aussi soluble à chaud qu'à froid dans l'eau et cristallise par l'évaporation de sa solution en petits cristaux jaunâtres mal définis, qui, à 160° — 170°, ne perdent rien de leur poids.

L'anthracène carbonate argentique $C^{14}H^9CO^2Ag$, préparé en saturant l'acide par de l'oxyde d'argent récemment précipité, est facilement soluble dans l'eau. Par l'évaporation, on obtient une poudre cristalline formée de prismes microscopiques.

ACTION DU PERCHLORURE DE PHOSPHORE SUR L'ANTHRAQUINONE.

La réaction de PCl^5 sur $C^{14}H^8O^2$ est tout à fait analogue à celle observée en faisant réagir le perchlorure de phosphore sur la trichloroquinone et sur la bichloronaphtochinone, et démontre que l'anthraquinone appartient réellement au groupe des quinones.

Il se forma du trichloranthracène par la substitution de 2 atomes d'oxygène de l'anthraquinone pour 2 atomes de chlore, accompagnée d'une substitution ultérieure provoquée par le chlore mis en liberté par la première réaction, comme le montrent les deux équations suivantes :

$$\underbrace{C^{14}H^8O^2}_{\text{Anthraquinone.}} + \underbrace{2PCl^5}_{\text{Perchlorure de phosphore.}} = \underbrace{C^{14}H^8Cl^2}_{\text{Bichloranthracène.}} + Cl^2 + \underbrace{2(POCl^3)}_{\text{Oxychlorure de phosphore.}}$$

$$\underbrace{C^{14}H^8Cl^2}_{\text{Bichloranthracène.}} + Cl^2 = \underbrace{C^{14}H^7Cl^3}_{\text{Trichloranthracène.}} + ClH.$$

Cependant, la réaction n'est pas dans la réalité aussi nette qu'avec les quinones de la benzine et de la naphtaline, puisqu'une partie du perchlorure de phosphore abandonne du chlore qui provoque une substitution plus avancée.

Aussi, le trichloranthracène est-il ordinairement mélangé avec plus ou moins de tétrachloranthracène.

L'expérience fut faite en introduisant dans des tubes en verre scellés 2 molécules de perchlorure de phosphore, 1 molécule d'anthraquinone et de l'oxychlorure de phosphore, et chauffant pendant plusieurs heures à 190° — 200°. En ouvrant les tubes, on constate une forte pression et il se dégage du gaz HCl en abondance. Le contenu des tubes fut d'abord lavé avec de l'eau et le produit insoluble recristallisé dans l'alcool.

L'on obtient ainsi des aiguilles jaunes, sublimables sans décomposition, ne s'altérant pas au contact de solutions aqueuses ou alcooliques d'alcali caustique, difficilement solubles dans l'alcool et l'éther, facilement solubles dans la benzine.

ACTION DE L'ACIDE SULFURIQUE SUR L'ANTHRACÈNE ET SES DÉRIVÉS.

Acides sulfanthracéniques.

L'acide sulfurique, en réagissant sur l'anthracène, peut donner naissance à deux sulfo-acides : l'acide monosulfanthracénique $C^{14}H^{10},SO^3 = C^{14}H^9,SO^3H$, et l'acide bisulfanthracénique $C^{14}H^{10},2SO^3 = C^{14}H^8 \left\{ \begin{matrix} SO^3H \\ SO^3H \end{matrix} \right.$.

Malgré l'importance de ces deux acides, surtout du dernier, pour la préparation et même la fabrication de l'alizarine artificielle, on ne connaît presque rien concernant les propriétés de ces acides et de leurs sels.

Voici les résultats de quelques expériences faites à leur égard au laboratoire pratique de de l'École polytechnique de Zurich.

L'acide monosulfanthracénique est extrêmement difficile à obtenir à l'état de pureté. Si l'on n'emploie pas un excès d'acide sulfurique et si l'on opère à froid ou à une température peu élevée, il ne se forme que fort peu d'acide sulfanthracénique. En effet, en étendant d'eau, une grande partie de l'anthracène dissous se précipite de nouveau à l'état de liberté, mais sous forme de poudre grisâtre extrêmement ténue, qui passe facilement à travers les filtres et rend les filtrations très-longues et fastidieuses. Il faut donc employer un excès d'acide, par exemple, sur 1 partie en poids d'anthracène, 2 1/2 à 3 parties d'acide sulfurique concentré. On mélange bien dans une capsule, et la masse devient d'un vert noirâtre foncé et dégage de l'acide sulfureux. On chauffe ensuite graduellement jusqu'à 100 degrés, puis même jusqu'à 125 à 130 degrés.

Il est presque impossible d'empêcher la formation d'une certaine quantité d'acide bisulfanthracénique.

Souvent, la masse paraît comme charbonnée. En la traitant par l'eau et filtrant, les premières liqueurs passent assez facilement et ne sont pas trop colorées en brun jaunâtre foncé ; mais, en continuant à laver avec de l'eau chaude, la masse noirâtre se gonfle, devient gélatineuse, la filtration se ralentit et la liqueur qui filtre prend une teinte noire verdâtre de plus en plus foncée.

Pour séparer l'excès d'acide sulfurique, l'on traite les liqueurs par l'acétate de baryte ou, mieux encore, par l'acétate de plomb, jusqu'à ce qu'il y ait un peu de baryte ou de plomb en solution.

On laisse déposer les sulfates de baryte et de plomb à chaud pendant plusieurs heures et l'on décante la liqueur surnageante qui est toujours d'une couleur très-foncée.

En sursaturant la liqueur acide par le carbonate ammonique, faisant bouillir, laissant déposer le carbonate de baryte ou de plomb, décantant et évaporant jusqu'à siccité au bain-marie, l'on obtient le monosulfanthracénate ammonique impur.

Ce sel ainsi préparé se présente en croûtes à peine cristallines ; elles sont très-solubles dans l'eau ; la solution est d'une couleur vert noirâtre foncé.

En y versant de l'acétate de plomb, l'on observe un précipité très-abondant, floconneux, de couleur foncée, tandis que la liqueur devient à peu près incolore.

Le sel ammonique traité par du carbonate sodique est transformé en monosulfanthracénate sodique, également de couleur foncée.

Ce dernier sel fondu avec de l'hydrate sodique régénère une quantité assez notable d'anthracène,

L'on n'a pas encore pu constater s'il se forme dans ces circonstances le phénol de l'anthracène, comme l'indique la théorie. En effet, le composé $C^{14}H^9,SO^3H$ devrait se transformer en $C^{14}H^9,HO = C^{14}H^{10}O$.

L'acide monosulfanthracénique oxydé par l'acide chromique ou par l'acide nitrique se transforme en acide monosulfanthraquinonique $C^{14}H^7O^2,SO^3H = C^{14}H^8O^2,SO^3$.

L'acide bisulfanthracénique $C^{14}H^{10},2SO^3 = C^{14}H^8 \left\{ \begin{matrix} SO^3H \\ SO^3H \end{matrix} \right.$ se forme toutes les fois que l'anthracène est traité par un assez grand excès d'acide sulfurique et qu'on chauffe à une température assez élevée.

M. Karl Mayer (voyez la notice suivante) a obtenu l'acide bisulfanthracénique et quelques-uns de ses sels à l'état cristallisé et dans un assez grand état de pureté.

L'on traite l'anthracène purifié par 4 à 5 fois son poids d'acide sulfurique concentré ; le mélange qui réagit et dégage du gaz sulfureux est chauffé d'abord au bain-marie pendant quelques heures, puis à 150° — 160°.

On dissout alors dans beaucoup d'eau chaude et l'on sature par du carbonate de baryte. En filtrant pour séparer les impuretés insolubles et le sulfate de baryte, l'on obtient une solution de bisulfanthracénate de baryte encore colorée et impure. L'on y ajoute alors de l'acétate de plomb en léger excès. Il se produit un volumineux précipité qui entraîne les matières colorantes. La liqueur filtrée et débarrassée de l'excès d'acétate de plomb par l'hydrogène sulfuré est maintenant d'un jaune orangé brunâtre.

Par l'évaporation au bain-marie, le bisulfanthracénate est obtenu à l'état cristallisé.

Les cristaux étant redissous dans l'eau pure, on précipite de la solution la baryte par la quantité strictement nécessaire d'acide sulfurique et l'on met ainsi l'acide bisulfanthracénique en liberté.

La solution filtrée fournit l'acide cristallisé.

Il cristallise en paillettes ou lamelles d'un jaune orangé, très-facilement solubles dans l'eau ; la solution présente également une teinte orange.

Le bisulfanthracénate barytique cristallise en lamelles brillantes, d'un jaune brun clair, peu solubles dans l'eau froide, assez facilement solubles dans l'eau bouillante.

Le bisulfanthracénate de chaux ressemble au sel de baryte, mais il est plus soluble.

Le sel ammonique d'un orange brunâtre est très-soluble dans l'eau.

Le bisulfanthracénate sodique cristallise en aiguilles jaunes, très-facilement solubles dans l'eau.

Le bisulfanthracénate, de même que l'acide bisulfanthracénique, traités par les agents oxydants, l'acide nitrique, l'acide chromique et même le bioxyde de manganèse sous l'influence de l'acide sulfurique, sont convertis en acide bisulfanthraquinonique $C^{14}H^{6}O^{2}\left\{\begin{matrix}SO^{3}H\\SO^{3}H\end{matrix}\right.$.

Nous verrons plus loin comment s'exécute en grand cette opération, qui sert de base à la fabrication de l'alizarine artificielle.

Acides sulfanthraquinoniques.

En dissolvant l'anthraquinone à 200 degrés dans de l'acide sulfurique, l'on obtient des sulfoacides qui, fondus avec les hydrates alcalins, fournissent de l'alizarine.

En prenant sur 1 partie d'anthraquinone 2 à 3 parties d'acide sulfurique et chauffant à 250° — 260°, il se forme de préférence l'*acide monosulfanthraquinonique* $C^{14}H^{8}O^{2},SO^{3} = C^{14}H^{7}O^{2},SO^{3}H$.

Même en prolongeant le chauffage, il ne se produit que peu d'acide *bisulfoanthraquinonique*. Pour obtenir ce dernier acide, il faut employer sur 1 partie d'anthraquinone 4 — 5 parties d'acide sulfurique, et lorsque la solution par l'addition d'eau ne laisse plus déposer d'anthraquinone, continuer à chauffer encore pendant quelque temps à 270° — 280°.

Dans les deux cas, le mélange se concrète par le refroidissement, les deux sulfoacides étant peu solubles dans l'acide sulfurique en excès.

Il faut alors une assez grande quantité d'eau et une digestion prolongée pour dissoudre le tout.

Par cette raison, il est préférable de verser avec précaution et en un filet mince la solution sulfurique encore chaude dans de l'eau tiède.

Par saturation au moyen du carbonate de chaux, de baryte ou de plomb, on précipite l'acide sulfurique libre et l'on obtient les sulfoanthraquinonates de ces bases. Mais le sel de baryte étant très-peu soluble dans l'eau, son emploi n'est à conseiller que lorsqu'on opère sur de petites quantités de matières ; en opérant plus en grand, il est préférable de préparer les sulfoanthraquinonates de chaux.

L'acide *monosulfanthraquinonique* pur s'obtient au moyen des sels de baryte ou de plomb, en précipitant exactement ces bases par l'acide sulfurique. En concentrant la solution au bain-

marie, l'acide cristallise en paillettes jaunes. Un petit excès d'acide sulfurique favorise cette cristallisation, la présence des acides minéraux diminuant beaucoup la solubilité de l'acide monosulfanthraquinonique dans l'eau.

L'acide monosulfanthraquinonique $C^{14}H^8O^2,SO^3$ se produit aussi par oxydation de l'acide monosulfanthracénique, comme le montre l'équation suivante :

$$C^{14}H^{10},SO^3 + 3O = C^{14}H^8O^2,SO^3 + H^2O.$$

Comme agents oxydants, on peut employer l'acide chromique, l'acide nitrique, le bichromate de potasse, le peroxyde de manganèse, le nitrate de mercure, etc.

L'acide monosulfanthraquinonique pur est extrêmement soluble dans l'eau chaude, facilement soluble dans l'eau froide et dans l'alcool, insoluble dans l'éther.

L'addition d'un peu d'acide sulfurique ou chlorhydrique produit un précipité d'acide monosulfanthraquinonique dans sa solution aqueuse concentrée.

Monosulfanthraquinonate de baryte $[C^{14}H^7O^2,SO^3]^2Ba + H^2O$. — Ce sel cristallise en lames microscopiques jaunâtres ; il est très-peu soluble dans l'eau froide, un peu plus soluble dans l'eau bouillante. L'addition d'un peu d'acide chlorhydrique en diminue encore la solubilité. Il renferme 19.28 pour 100 de baryte et perd son eau de cristallisation à 150 degrés.

Monosulfanthraquinonate de chaux $[C^{14}H^7O^2,SO^3]^2Ca$. — Il est beaucoup plus soluble dans l'eau que le sel de baryte. L'eau chaude n'en dissout guère plus que l'eau froide. Ce sel cristallise en petits cristaux jaunâtres mal définis.

Monosulfanthraquinonate de soude $C^{14}H^7O^2,SO^3Na$. — Obtenu en décomposant le sel de Ba ou de Ca par le carbonate de soude, ce sel est très-soluble dans l'eau chaude, assez peu soluble dans l'eau froide et cristallise en petits cristaux jaunes mal définis, dont la solution aqueuse est d'un jaune un peu orangé.

Monoxyanthraquinone (acide anthraflavique) (acide alizareux) $C^{14}H^8O^3 = C^{14}H^7(OH)O^2$. — Lorsqu'on fait fondre l'acide monosulfanthraquinonique avec de la potasse caustique, non en trop grand excès et en évitant une température trop élevée, il se forme une masse rouge, soluble dans l'eau, en rouge orange, dont les acides séparent le monoxyanthraquinone.

$$\underbrace{C^{14}H^8O^2,SO^3}_{\text{Acide monosulfanthraquinonique.}} + 2KHO = \underbrace{C^{14}H^8O^3}_{\text{Monoxy-anthraquinone.}} + \underbrace{SO^3K^2}_{\text{Sulfite potassique.}} + H^2O.$$

Mais si l'on emploie un excès d'hydrate de potasse fondu et si l'on chauffe assez longtemps et assez fortement, la couleur de la masse passe du rouge au violet foncé, et en le dissolvant dans l'eau et sursaturant par un acide, on en précipite de l'alizarine.

La monoxyanthraquinone se transforme en effet sous l'influence des hydrates alcalins fondus en *bioxyanthraquinone* ou *alizarine*.

$$\underbrace{C^{14}H^8O^3}_{\text{Monoxy-anthraquinone.}} + 2KHO = \underbrace{C^{14}H^8O^4,K^2O}_{\text{Alizarate potassique.}} + H^2.$$

La formule de l'alizarate potassique peut évidemment s'écrire aussi : $C^{14}H^8O^4,K^2O = C^{14}H^6K^2O^4 + H^2O$.

En opérant avec quelques précautions, l'on peut suivre par leur coloration diverse les deux réactions, qui, d'ailleurs, s'opèrent presque toujours simultanément, de manière que la monoxyanthraquinone est toujours mélangée de plus ou moins d'alizarine.

La monoxyanthraquinone s'obtient également en faisant fondre avec précaution la monobromanthraquinone par la potasse caustique.

$$\underbrace{C^{14}H^7BrO^2}_{\text{Mono-bromanthraquinone.}} + KHO = \underbrace{C^{14}H^8O^3}_{\text{Monoxy-anthraquinone.}} + BrK.$$

Mais, évidemment, encore ici, il est difficile d'éviter qu'il ne se forme de l'alizarine par une oxydation ultérieure.

Pour séparer la monoxyanthraquinone de l'alizarine, on les transforme en sels de baryte, de chaux ou de plomb.

Les combinaisons ou laques d'alizarine avec ces bases sont à peu près insolubles dans l'eau, tandis que les combinaisons analogues de la monoxyanthraquinone y sont plus ou moins solubles, surtout à chaud. On filtre, et, en sursaturant la liqueur filtrée par un acide minéral (l'acide HCl, lorsqu'il s'agit de combinaisons barytiques ou calciques), l'on précipite la monoxyanthraquinone sous forme de masse jaune, volumineuse, composée d'aiguilles microscopiques.

Pour rendre la séparation de l'alizarine parfaite, l'on répète cette opération.

La monoxyanthraquinone brute est enfin soumise à la sublimation ou à la recristallisation dans l'alcool.

Ce corps $C^{14}H^8O^3$ se sublime en lamelles d'un jaune citron et cristallise dans l'alcool et l'éther en fines aiguilles de la même couleur.

Il est à peine soluble dans l'eau froide, se dissout peu dans l'eau bouillante, mais assez facilement dans l'alcool et l'éther.

A l'égard des bases et des carbonates, il se comporte comme l'alizarine (on pourrait, à la rigueur, le désigner sous le nom d'acide alizareux) ; mais un seul de ses atomes est remplaçable par des métaux et il fonctionne comme un acide monobasique.

Les alizarites alcalins se dissolvent dans l'eau en la colorant en jaune orange ; les alizarites de baryte et de plomb sont jaunes.

L'acide se dissout dans l'acide sulfurique concentré en brun rouge ; l'eau l'en précipite de nouveau.

La monoxyanthraquinone ne teint pas le calicot mordancé.

L'alizarite barytique $[C^{14}H^7O^3]^2Ba + H2O$ se dépose de sa solution aqueuse saturée bouillante en aiguilles jaunes microscopiques. Il n'est pas très-soluble dans l'eau, cependant plus à chaud qu'à froid, est insoluble dans l'alcool et contient 3 pour 100 d'eau de cristallisation.

Dans la fabrication de l'alizarine artificielle au moyen des acides sulfanthraquinoniques, il est presque impossible d'éviter que l'acide bisulfanthraquinonique ne soit mélangé avec une certaine quantité d'acide monosulfanthraquinonique ; il se formera donc, outre l'alizarine, une quantité correspondante de monoxyanthraquinone $C^{14}H^8O^3$, dont une partie échappera à l'action oxydante ultérieure de l'hydrate d'alcali fondu. La présence de la monoxyanthraquinone dans l'alizarine artificielle est donc facile à expliquer.

Il ne serait même pas impossible que, dans certaines conditions, l'acide bisulfanthraquinonique n'en fournisse lui-même.

En effet, l'expérience démontre que cet acide peut reconstituer sous l'influence de l'alcali fondu une petite quantité d'anthraquinone à côté de l'alizarine. Une réaction semblable pourrait réduire l'acide bisulfo en acide monosulfanthraquinonique, lequel, à son tour, donnerait naissance à la monoxyanthracène.

Aussi, les alizarines artificielles qui renferment une quantité un peu notable de monoxyanthraquinone se dissolvent-elles dans les solutions un peu étendues d'alcali caustique, non avec une teinte violette virant au bleuâtre, mais plutôt avec une teinte violette rougeâtre.

M. Schunck (1), de Manchester, ayant examiné une parcelle d'alizarine artificielle, en isola le principe colorant jaune, auquel il donna le nom d'acide anthraflavique et lui assigna la formule $C^{15}H^{10}O^4$. Mais il ne peut exister le moindre doute que cette formule ne soit erronée et qu'il n'y ait identité parfaite, et de propriétés et de réactions, entre l'acide anthraflavique et la monoxyanthraquinone.

Acide bisulfanthraquinonique $C^{14}H^8O^2,2SO^3 = C^{14}H^6O^2 \left\{ \begin{matrix} SO^3H \\ SO^3H \end{matrix} \right.$. — Cet acide se prépare comme nous l'avons déjà indiqué plus haut, en dissolvant 1 partie d'anthraquinone dans 4 — 5 parties d'acide sulfurique concentré et chauffant assez longtemps à 270° — 290°.

La solution se modifie par le refroidissement, l'acide bisulfanthraquinonique étant très-peu soluble dans l'acide sulfurique.

On l'obtient également au moyen des acides bisulfobichlor et bisulfobibrom anthracéniques, en les oxydant soit au moyen des agents oxydants ordinaires (acide chromique, bichromate

(1) Schunck, *Chemical-News*, XXIII, 1871, p. 157. Berlin, Ber. 1871, p. 359.

de potasse, acide nitrique, etc.), soit même par l'acide sulfurique, qui, à chaud, agit sur eux comme oxydant avec dégagement d'acide sulfureux.

Mais le procédé industriel au moyen duquel se préparent les grandes quantités d'acide bisulfanthraquinonique nécessaires pour la fabrication de l'alizarine artificielle, c'est l'oxydation de l'acide bisulfanthracénique brut.

Cette oxydation s'opère par l'acide chromique, le bichromate de potasse, l'acide nitrique, le nitrate de mercure, mais le plus économiquement par le peroxyde de manganèse.

La transformation est exprimée par l'équation suivante :

$$C^{14}H^{10},2SO^3 + 3O = C^{14}H^8O^2,2SO^3 + H^2O.$$

L'acide bisulfanthraquinonique brut résultant de cette réaction oxydante est transformé par saturation avec un lait de chaux en sel de chaux soluble encore impur.

Par filtration et expression, on sépare la majeure partie des matières étrangères.

La solution de bisulfanthraquinonate de chaux décomposée par le sulfate ou le carbonate de soude fournit le bisulfanthraquinonate de soude, qui, après filtration, évaporation à siccité et fusion avec l'hydrate de soude, fournit l'alizarate sodique.

Pour purifier l'acide bisulfanthraquinonique, on le transforme en sel de baryte et l'on précipite ensuite la baryte par la quantité exactement requise d'acide sulfurique.

Par l'évaporation de sa solution aqueuse, l'acide cristallise en petits cristaux jaunes; il est plus soluble dans l'eau que l'acide monosulfanthraquinonique, et il en est de même de ses sels qui, à l'état sec, sont jaunes, mais, en solution, d'un jaune un peu orangé. La nuance orangée est plus prononcée pour les sels alcalins que pour ceux des autres bases.

Bisulfanthraquinonate barytique $C^{14}H^6O^2Ba(SO^3)^2$. — Peu soluble dans l'eau froide, plus dans l'eau chaude, il cristallise en petits cristaux jaunes.

Bisulfanthraquinonate plombique $C^{14}H^6O^2,Pb(SO^3)^2$. — Cristaux jaunes, confus, peu solubles à froid, mais assez solubles à chaud.

L'acide bisulfanthraquinonique est la base de la fabrication de l'alizarine artificielle. En effet, fondu avec les hydrates alcalins, il se convertit en alizarine.

Mais, encore ici, l'on observe d'abord la formation d'un composé intermédiaire, comme cela a lieu pour l'acide monosulfanthraquinonique.

En effet, l'acide bisulfanthraquinonique ne perd d'abord qu'un seul de ses deux résidus SO^3H, en l'échangeant contre de l'hydroxyle HO.

Il se forme ainsi le composé $C^{14}H^6O^2\left\{\begin{matrix}HO\\SO^3H\end{matrix}\right. = C^{14}H^8O^5,SO^3$; c'est l'*acide sulfoxyanthraquinonique* (ou sulfalizareux).

Puis, ce composé échange son second résidu SO^3H contre de l'hydroxyle, et il en résulte l'alizarine :

$$C^{14}H^6O^2\left\{\begin{matrix}HO\\HO\end{matrix}\right. = C^{14}H^8O^4.$$

Ces réactions successives se laissent apercevoir très-facilement dans le cours de l'opération par les changements successifs de coloration.

En chauffant lentement et graduellement le bisulfanthraquinonate de potasse avec les hydrates de potasse ou de soude, additionnés d'un peu d'eau pour provoquer un mélange certain, l'on remarque que la teinte rouge orangé primitive se convertit peu à peu en bleu foncé.

A ce moment, le sulfoxyanthraquinonate (ou sulfalizarite) de potasse se trouve formé :

$$\underbrace{C^{14}H^6O^2\left\{\begin{matrix}SO^3K\\SO^3K\end{matrix}\right.}_{\text{Bisulfanthraquinonate potassique.}} + 2KOH = \underbrace{C^{14}H^6O^2\left\{\begin{matrix}OK\\SO^3K\end{matrix}\right.}_{\text{Sulfalizarite potassique.}} + \underbrace{SO^3K^2}_{\text{Sulfite potassique.}} + \underbrace{H^2O.}_{\text{Eau.}}$$

En continuant à chauffer, la nuance bleue passe peu à peu au violet foncé. La masse renferme alors l'alizarate potassique.

$$\underbrace{C^{14}H^6O^2\left\{\begin{matrix}OK\\SO^3K\end{matrix}\right.}_{\text{Sulfalizarite potassique.}} + 2KOH = \underbrace{C^{14}H^6O^2\left\{\begin{matrix}OK\\OK\end{matrix}\right.}_{\text{Alizarate potassique.}} + \underbrace{SO^3K^2}_{\text{Sulfite potassique.}} + \underbrace{H^2O.}_{\text{Eau.}}$$

En décomposant l'alizarate potassique par l'acide chlorhydrique ou sulfurique, il se précipite de l'alizarine.

$$\underbrace{C^{14}H^{6}O^{2}\left\{\begin{matrix}OK\\OK\end{matrix}\right.}_{\text{Alizarate potassique.}} + H^{2}Cl^{2} = \underbrace{C^{14}H^{6}K^{2}O^{4}}_{\text{Alizarate potassique.}} + H^{2}Cl^{2} = \underbrace{C^{14}H^{8}O^{4}}_{\text{Alizarine.}} + \underbrace{2KCl.}_{\text{Chlorure potassique.}}$$

Cette dernière transformation du sulfalizarite alcalin en alizarate se remarque très-aisément, en prenant de temps à autres quelques parcelles de la masse alcaline fondue, les déposant sur une soucoupe en porcelaine, la dissolvant dans un peu d'eau et ajoutant ensuite quelques gouttes d'acide sulfurique étendu.

Tant que la masse est bleue, on observe le dégagement d'acide sulfureux, mais il ne se forme point de précipité, l'acide sulfalizareux étant facilement soluble dans l'eau.

A mesure que la masse fondue prend une teinte plus violette, le dégagement d'acide sulfureux devient plus manifeste et il se précipite des flocons oranges d'alizarine de plus en plus abondants, lorsqu'on ajoute l'acide sulfurique.

Enfin tout, ou, plutôt, la majeure partie de l'acide bisulfanthraquinonique se trouve transformée en alizarine. Il y a toujours quelques réactions secondaires qui donnent naissance soit à d'autres matières colorantes, soit à de l'anthraquinone (par suite de l'échange de $SO^{3}H$ contre H), d'après l'équation :

$$\underbrace{C^{14}H^{6}O^{2}\left\{\begin{matrix}SO^{3}K\\SO^{3}K\end{matrix}\right.}_{\text{Bisulfanthraquinonate potassique.}} + KOH = \underbrace{C^{14}H^{8}O^{2}}_{\text{Anthraquinone.}} + \underbrace{2(SO^{4}K^{2}),}_{\text{Sulfate potassique.}}$$

soit même à de l'acide benzoïque dérivé de l'anthraquinone (voyez les propriétés de l'anthraquinone).

Acide sulfoxyanthraquinonique (ou sulfalizareux) $C^{14}H^{8}O^{5},SO^{3} = C^{14}H^{6}O^{2}\left\{\begin{matrix}OH\\SO^{3}H\end{matrix}\right.$. — Pour préparer cet acide, on chauffe le mélange de bisulfanthraquinonate de potasse avec la potasse ou la soude caustique fondue jusqu'à ce que la nuance de la masse liquide commence à passer du bleu au violacé, c'est-à-dire jusqu'à ce qu'il se soit formé déjà un peu d'alizarate de potasse ou d'alizarine.

On dissout alors la masse dans l'eau, l'on sursature par de l'acide chlorhydrique, qui précipite l'alizarine ; on filtre et l'on ajoute du chlorure de baryum. Si les solutions ne sont pas trop étendues, il se précipite de suite un sel de baryte jaune ; dans le cas contraire, on concentre les liqueurs au bain-marie.

Le sel de baryte est purifié par recristallisation. Il est important que l'acide bisulfanthraquinonique ait été décomposé, parce que son sel de baryte est difficile à séparer du sulfalizarite barytique.

Ce sel étant dissous dans l'eau, on en précipite exactement la baryte par l'acide sulfurique étendu, l'on filtre et l'on évapore au bain-marie.

L'acide sulfoxyanthraquinonique ou sulfalizareux forme des cristaux jaunes, facilement solubles dans l'eau et l'alcool, insolubles dans l'éther.

Cet acide est bibasique et forme deux séries de sels.

Les sels neutres, dans lesquels l'hydrogène, tant de HO que de $SO^{3}H$, est remplacé par le métal, sont d'une belle couleur bleue.

Les sels acides, où l'hydrogène de $SO^{3}H$ est seul remplacé par le métal, sont d'une teinte jaune orange.

Ainsi, le sel de potasse bleu, soluble avec la même nuance dans l'eau, a pour formule :

$$C^{14}H^{6}K^{2}O^{5},SO^{3} = C^{14}H^{6}O^{2}\left\{\begin{matrix}OK\\SO^{3}K\end{matrix}\right.$$

En ajoutant à la solution bleue un peu d'acide chlorhydrique, la nuance bleue disparaît et la teinte devient orange, par suite de la formation du sel de potasse acide dont la formule est :

$$C^{14}H^{7}KO^{5},SO^{3} = C^{14}H^{6}O^{2}\left\{\begin{matrix}OH\\SO^{3}K\end{matrix}\right.$$

En ajoutant un excès d'acide HCl, la nuance passe au jaune, l'acide lui-même $C^{14}H^{6}O^{2}\left\{\begin{matrix}OH\\SO^{3}H\end{matrix}\right. = C^{14}H^{8}O^{5},SO^{3}$ étant mis en liberté.

Le sel de baryte jaune obtenu par double décomposition du sel de potasse acidulé d'acide chlorhydrique au moyen du chlorure de baryum a pour formule :

$$[C^{14}H^{7}O^{5},SO^{3}]^{2}Ba = [C^{14}H^{6}O^{2},OH,SO^{3}]^{2}Ba.$$

Il est assez facilement soluble, avec une teinte jaune orange, dans l'eau bouillante, moins soluble dans l'eau froide et encore moins soluble dans l'acide chlorhydrique étendu.

Si, à la solution aqueuse de ce sel, l'on ajoute de l'eau de baryte, il se forme un précipité bleu, insoluble dans l'eau, qui est le sel de baryte neutre ayant pour formule :

$$C^{14}H^{6}BaO^{5},SO^{3} = C^{14}H^{6}O^{2},\left.\begin{matrix}O\\SO^{3}\end{matrix}\right\}Ba.$$

En traitant ce sulfalizarite neutre de baryte par de l'acide HCl, on lui enlève la moitié de la baryte et il se régénère le sulfalizarite acide de baryte jaune orange et soluble dans l'eau.

C'est à M. Perkin qu'est due la découverte intéressante de l'acide sulfoxyanthraquinonique (*Chemical-News*, XXI, 1870, p. 139), ainsi que celle des acides bisulfobichlor et bibromanthracéniques, que nous allons maintenant passer en revue (*Chemical-News*, XXII, 1870, p. 37 et 283).

(*La suite à la prochaine livraison.*)

NOTICES CHIMIQUES

DU

LABORATOIRE TECHNIQUE DU POLYTECHNICUM DE ZURICH.

Sur l'acide disulfoanthracénique.

Par M. Ch. Mayer, de Saint-Galle.

L'acide disulfanthracénique $C^{14}H^{10},2SO^{3} = C^{14}H^{8}\left\{\begin{matrix}SO^{3}H\\SO^{3}H\end{matrix}\right.$ joue un rôle important dans la fabrication de l'alizarine artificielle. Malgré cela, cet acide et ses sels à état de pureté n'ayant point encore été décrits, M. le professeur Kopp me chargea de faire quelques recherches à cet égard.

Pour obtenir, en vue de la préparation de cet acide, un anthracène plus pur que celui du commerce, une quantité assez considérable d'anthracène du commerce fut purifiée de la manière suivante :

Le produit brut fut d'abord soumis à une distillation fractionnée, et l'on n'en utilisa que les parties qui distillèrent entre 320 et 380 degrés environ.

On fit passer dans la cornue un fort courant d'acide carbonique qui entraîna avec lui les vapeurs d'anthracène dans l'allonge, ce qui empêche le col de la cornue de se boucher. Ce produit ainsi purifié fut traité un grand nombre de fois avec de l'alcool bouillant.

On mit de côté les premières liqueurs alcooliques et l'on n'employa pour le traitement ultérieur que ce qui cristallisa par refroidissement des solutions alcooliques ultérieures.

Pour la préparation de l'acide disulfanthracénique, on prit pour 1 partie d'anthracène 4 parties d'acide sulfurique concentré, et l'on chauffa d'abord dans un ballon pendant deux ou trois heures au bain-marie ; il se dégagea des vapeurs d'acide sulfureux et la masse devint vert noir. Après cela, l'on chauffa encore pendant trois heures à une température d'environ 160 degrés ; le mélange se boursoufla fortement, devint épais et d'une teinte presque noire, en même temps qu'il se dégagea beaucoup d'acide sulfureux. Cette masse est difficile à filtrer, même après avoir été délayée dans beaucoup d'eau, et par aucun moyen l'on ne parvint à la décolorer.

En la concentrant au bain-marie, l'on obtient une masse gélatineuse d'un brun noir, qui

se liquéfie peu à peu à l'air, par suite des qualités hygroscopiques de l'acide sulfurique qu'elle renferme.

On essaya alors de purifier l'acide au moyen de ses sels, et, à cet effet, on prépara d'abord les sels de chaux et de baryte, parce que, par cette opération, l'acide sulfurique encore libre se trouve éliminé.

On satura la solution aqueuse peu concentrée et bouillante par les carbonates des bases en question, et on lava le précipité ainsi obtenu encore une seconde fois avec de l'eau bouillante. Ces liquides étant tous difficiles à filtrer, il est bon de laisser toujours le précipité se déposer pour n'avoir à filtrer que la partie supérieure et plus claire du liquide.

Les solutions de ces sels sont aussi de couleur foncée et l'on n'en obtient par évaporation que des croûtes noires. Cependant, l'acétate de plomb provoque dans la solution aqueuse de ces sels un précipité volumineux de flocons d'une couleur gris brun ; ce précipité se dépose bientôt et au-dessus de lui surnage un liquide jaune brun passablement clair.

Après avoir séparé les flocons par filtration et précipité par l'hydrogène sulfuré l'excès du sel de plomb en solution, l'on obtient enfin un liquide d'un jaune clair présentant une fluorescence bleu violet.

Cette solution fut évaporée au bain-marie jusqu'à siccité afin de chasser l'acide acétique mis en liberté par la décomposition de l'acétate de plomb. Le résidu de l'évaportion est maintenant le bisulfanthracénate purifié. Ayant suivi ce procédé de purification par le sel de baryte, celui-ci fut obtenu cristallisé en petites écailles brillantes, d'un jaune brun clair, lesquelles sont très-peu solubles dans l'eau froide, davantage dans l'eau bouillante.

Avec une certaine quantité de ce sel de baryte, on prépara le sel de soude en précipitant la baryte par le carbonate de soude. Le bisulfanthracénate de soude cristallise en petites aiguilles jaunes, qui sont très-facilement solubles dans l'eau, peut-être même un peu hygroscopiques. Sa solution aqueuse est comme celle de la plupart des sels de l'acide bisulfanthracénique, d'un jaune brun clair.

Pour étudier les réactions des autres sels, on décomposa une autre partie de la solution de sel de baryte par le carbonate d'ammoniaque, jusqu'à ce que toute la baryte fût précipitée, et c'est avec la solution concentrée du sel ammonique qu'on expérimenta des doubles décompositions avec un grand nombre d'autres sels alcalins terreux ou métalliques. Aucun de ces sels ne fournit de caractères particuliers ; l'on obtint seulement avec une solution concentrée d'acétate de plomb un précipité cristallin qui put être dissous dans un excès d'eau bouillante.

Dans la solution des bisulfanthracénates de baryte et de chaux, celle de l'acétate de plomb n'occasionna aucun précipité. Leur solubilité est donc égale à celle du sel de plomb, si même elle ne lui est inférieure.

On prépara aussi une certaine quantité d'acide disulfanthracénique pur, en ajoutant au sel de baryte autant d'acide sulfurique qu'il en fallait pour précipiter toute la baryte à l'état de sulfate de baryte.

En filtrant, évaporant, l'on obtint l'acide bisulfanthracénique libre, cristallisé en petites écailles jaune rouge, brillantes, qui se dissolvent très-facilement dans l'eau, donnant une solution rouge jaune.

Pour examiner le précipité noirâtre produit par l'addition d'acétate de plomb dans la solution impure du sel de baryte, ce précipité fut mis en suspension dans l'eau chaude et l'on y fit passer un courant d'hydrogène sulfuré. Le sulfure de plomb fut séparé par filtration et l'on obtint une solution brun noir sale qui, par l'évaporation, fournit un résidu visqueux et syrupeux. L'acétate de plomb n'avait donc précipité que presque uniquement les impuretés du sel de baryte.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

Séance du 19 février. — Le président annonce à l'Académie la mort de Stanislas Laugier, membre de la section de médecine et de chirurgie, décédé à Paris le 16 février.

— Une note de M. Balard, demandant à M. Fremy de vouloir bien lire d'abord à l'Académie ce qu'il croirait devoir mettre dans le *Compte-rendu*, n'avait pu être insérée au *Compte-rendu* de la séance précédente, n'ayant pas été déposée sur le bureau de l'Académie, comme le veut le règlement. Elle se trouve reproduite dans le *Compte-rendu* du 19 février.

On se demande, en lisant les procès-verbaux de ces stériles débats, si vraiment l'Académie ne pourrait pas mieux employer ses fonds qu'à tenir le public au courant des injures douce-reuses et des compliments aigrelets dont ses membres s'accablent entre eux. Veut-on décidément convaincre la foule profane que dans le sein de l'Académie il s'agit de tout autre chose que des intérêts de la science? Le pis, c'est que les journaux se mêlent de ces chamailleries, et que les valets d'armes de chaque académicien y piétinent sur ses adversaires.

— M. Serret fait reproduire à son tour une réponse qu'il a faite à M. Le Verrier, et qui n'a pas été insérée dans le compte-rendu de la séance précédente. Il l'accompagne de nouvelles remarques, auxquelles M. Le Verrier réplique de son côté.

— M. Le Verrier maintient sa proposition de faire réimprimer les anciennes observations météorologiques... Assez! assez!

— M. Pasteur fait une critique sommaire et brève des dernières expériences publiées par M. Fremy. Ces expériences, selon lui, ne prouvent rien. Ensuite il fait don à M. Fremy de deux tubes, contenant l'un du moût de raisin, l'autre du moût d'orange, moûts naturels, exposés au contact de l'air privé de ses germes et ne s'altérant point à une température de 30 degrés depuis plusieurs semaines.

Dans le comité secret, M. Pasteur a fait chercher du papier de tournesol rouge, a brisé le ballon de lait conservé qu'il venait de présenter à l'Académie comme preuve de l'erreur commise par M. Fremy dans son expérience sur le lait, et il a constaté que le lait du ballon était encore alcalin comme le lait frais naturel; M. Fremy l'a goûté et a dû déclarer qu'il n'était point altéré. Ce lait était cependant conservé depuis douze jours à une température voisine de 30 degrés. Cela nous paraît assez concluant.

— M. Delaunay présente quelques remarques au sujet des expériences de M. Wolf sur le pouvoir réflecteur des miroirs en verre argenté. Le résultat de ces expériences est fort important, puisqu'elles prouvent que la perte de lumière, avec des miroirs neufs, n'est que de 6 1/2 pour 100, quelle que soit l'incidence. Or, les miroirs des instruments astronomiques sont argentés de nouveau dès que l'argenture commence à se ternir légèrement; leur pouvoir réflecteur reste donc toujours à peu près égal à celui des miroirs neufs. D'ailleurs, M. Stephan trouve qu'à Marseille, malgré le voisinage de la mer, le miroir du grand télescope n'a besoin d'être argenté que deux fois en trois ans. Les expériences de M. Wolf permettent aussi de prévoir ce qu'on peut attendre de l'instrument qui est construit d'après les indications de M. Lœwy, et qui comporte deux miroirs inclinés à 45 degrés. La perte de lumière n'est en moyenne que de 16 pour 100.

— Le maréchal Vaillant expose ses vues sur les aurores boréales. Pour lui, l'aurore est la réflexion d'un grand courant ou jet électrique par la surface de l'atmosphère, surface qui doit être à 150 kilomètres du sol.

— MM. J. Pierre et Ed. Puchot communiquent des faits relatifs à quelques points de l'histoire de l'alcool propylique. Ils contestent l'existence d'un monohydrate stable. Si cet hydrate existe, on ne peut le distiller sans décomposition. La température d'ébullition d'un mélange d'eau et d'alcool propylique ne descend pas au-dessous de 88°.3. Au commencement de la distillation d'un pareil mélange, il se sépare un produit formé d'eau et d'alcool propylique, qui bout vers 88°.5; la quantité de ce produit est d'autant plus considérable que les proportions du mélange se rapprochent davantage de 2.78 équiv. d'eau pour l'equiv. d'alcool. Un mélange fait dans ces proportions distille entièrement, sans dédoublement, à 88°.3. Ce produit (qui a la densité 0.854) est le seul qui distille sans dédoublement, mais ce n'est pas un hydrate à proportions simples. Le sel commun lui enlève facilement 1 60 équiv. d'eau, et le carbonate de potasse enlève le reste. Il ne s'agit donc ici que d'un mélange.

— M. Ciotti veut absolument avoir le dernier, déclare qu'il a fait à Tours des expériences avec des lames vibrantes qui ne sont pas connues de M. de Tastes; ses expériences sur la propulsion d'un petit bateau... qui va sur l'eau... se distinguent également de celles de son concurrent.

— MM. Tresca et Boussinesq posent leur candidature à une place dans la section de mécanique.

— M. Janssen écrit de Madras (27 janvier) pour rappeler sa découverte d'une nouvelle enveloppe solide, l'atmosphère « coronale. » Il passera par Ceylan et reviendra accompagné d'une collection d'animaux destinés au Muséum.

— M. Respighi a fait l'analyse spectrale de la lumière zodiacale, pendant un voyage sur la mer Rouge, en compagnie de M. Lockyer. Contrairement à l'assertion de M. Liais, le spectre de cette lumière n'est pas continu, on remarque une raie verte (la raie d'Angstrœm) et une zone continue du côté de F. Le 4 février, M. Respighi a examiné le spectre de l'aurore boréale, il a retrouvé la raie verte et quelques autres raies occupant la place de la zone continue du spectre précédent. Les spectres de l'aurore et de la lumière zodiacale lui paraissent donc identiques. Le 5 février, il a même vu le ciel éclairé comme par une phosphorescence générale, et il a retrouvé dans toutes les parties du ciel le spectre de la lumière zodiacale, qui était bien visible elle-même à ce moment. Ces observations eurent lieu de sept à huit heures du soir ; après dix heures tout avait disparu.

A Madras, M. Respighi a observé un spectre stellaire extraordinaire, celui de l'étoile de deuxième grandeur, gamma du navire. C'est un spectre continu assez faible, sans raie obscure, sur lequel se détachent plusieurs raies brillantes : une assez vive dans le rouge orange, deux très-vives et larges dans le jaune (dont l'une coïncide peut-être avec D), et une beaucoup plus vive et large dans le bleu (entre F et G, éloignée de F d'un huitième de la distance FG).

— MM. Loewy et Tisserand font la chasse à la planète perdue (99) *Dike*, dont le nom signifie *Justice*. Elle n'a été observée que pendant quelques jours à Marseille, en 1868, et on ne l'a pas revue depuis. Avec les éléments calculés par MM. Lœwy et Tisserand, on espère la retrouver en 1872 ; on a calculé jusqu'à six orbites différentes.

— M. Delaunay recommande la recherche de l'astre perdu aux observateurs de bonne volonté. Il faudra des instruments puissants, car *Dike* n'est que de quatorzième grandeur.

— M. Zeuthen a déterminé les caractéristiques des systèmes élémentaires des cubiques. M. Chasles, en présentant ce travail, qui se rattache à ses propres travaux, dit qu'il marque un pas considérable dans la théorie générale des courbes, puisque l'auteur applique aux cubiques la méthode propre aux coniques, qui permet de remplacer, à l'aide du principe de correspondance. les équations de condition et les éliminations de l'analyse par de simples substitutions, de conditions quelconques à des conditions élémentaires. M. Maillard a fait de cette question le sujet d'une thèse de doctorat en 1870, thèse approuvée en décembre 1871 ; mais la marche qu'il a suivie diffère de celle de M. Zeuthen.

— M. Soret adresse une note sur les courants d'induction produits dans les bobines d'un électro-aimant lorsqu'on met une masse métallique en rotation entre ses pôles. Il rappelle que dès 1857 il était arrivé à des conclusions semblables à celle de M. Violle et de M. Jacobi. Il avait montré que, dans tous les cas où un courant électrique produit un travail mécanique positif, on observe une diminution d'intensité du courant, et inversement, que l'intensité augmente si le travail est négatif. En particulier, M. Soret avait étudié le cas d'une sphère tournant entre les pôles de l'électro-aimant; il avait constaté que l'augmentation d'intensité du courant des bobines cesse quand la vitesse de rotation de la sphère est devenue uniforme.

— M. Branly s'occupe de la mesure de la poralisation dans l'élément voltaïque. Il a déterminé, à l'aide de l'électromètre, la force électromotrice de polarisation développée sur la lame du pôle positif quand l'intensité du courant augmente depuis zéro jusqu'à son maximum. Il a opéré sur un élément de Volta à un seul liquide. Voici quelques chiffres :

Intensité du courant.	Force de polarisation.
—	—
1000	0.66
203	0.58
36	0.47
17	0.02

On voit que la force de polarisation décroît d'autant plus vite que le courant est plus faible.

— M. G. Tissandier fait connaître une nouvelle méthode de production et diverses propriétés du protoxyde de fer anhydre. La méthode consiste à faire agir l'acide carbonique sur le fer chauffé au rouge, selon la formule :

$$Fe + CO^2 = FeO + CO.$$

Ce protoxyde anhydre est noir, brillant, d'un aspect cristallin, attirable par l'aimant. Il décompose la vapeur d'eau sous l'influence de la chaleur :

$$3FeO + HO = Fe^3O^4 + H.$$

Il se dissout facilement dans l'acide chlorhydrique et dans l'acide nitrique, mais l'acide sulfurique ne l'attaque pas. Le protoxyde de fer anhydre obtenu par M. Debray était amorphe.

— M. Duclaux adresse ses recherches sur l'iodure d'amidon, dans la formation duquel il a retrouvé tous les caractères des « adhésions moléculaires » précédemment étudiées par lui. La formation de ce corps est purement physique, comme par exemple l'absorption exercée par le charbon sur les sels de plomb en dissolution. En effet, l'iodure d'amidon n'a pas de composition constante ; l'iode n'agit sur l'amidon en solution aqueuse qu'après s'être dissous dans l'eau de la solution, et l'état d'équilibre obtenu entre l'eau, l'iode et l'amidon vrrie avec le temps. Tout cela prouve que l'iodure d'amidon apporte dans les dosages volumétriques un caractère d'incertitude.

— M. Blondlot s'est occupé de la fermentation alcoolique du sucre de lait. On sait que certains peuples obtiennent des boissons fermentées avec du lait, et cependant le sucre de lait ne se change pas en alcool en présence de la levûre de bière. M. Blondlot a voulu élucider cette contradiction. Il a vu que la fermentation alcoolique du lait est due à un ferment spécial. Ce ferment est caractérisé par trois ordres de faits : il n'entre en activité que lorsqu'on *agite* le liquide ; il n'agit que d'une manière intermittente ; il n'agit qu'à une température supérieure à 20 degrés, et surtout vers 30 degrés. Tout cela, dit M. Bondlot, milite en faveur de la théorie de M. Pasteur, et contre M. Liebig.

— M. S. de Luca communique ses recherches sur la composition des gaz qui se dégagent des fumerolles de la solfatare de Pouzzoles. Les vapeurs de la *Bouche de la solfatare* renferment des composés de fers d'ammoniaque et des traces de matières arsenicales. Les gaz de la grande fumerolle, pris à 3 mètres de profondeur, ne renferment pas d'air atmosphérique. Les vapeurs sont à une température d'environ 97 degrés. Les proportions d'hydrogène sulfuré et d'acide sulfureux sont faibles; ces gaz se transforment en acide sulfurique aux dépens de l'oxygène de l'air.

— M. Boussingault rapproche la composition de ces gaz de celle des émanations que dégagent les volcans des Andes, et qu'il a étudiées en 1833.

— M. Béchamp présente quelques observations sur la note de M. de Seynes relative aux microzymas. Il prétend avoir été inexactement cité, et avoue « sans détour » qu'il ne connaît pas le travail de M. Pineau, que d'ailleurs « il n'avait pas besoin de connaître. »

— M. de Vergnette-Lamotte répond à M. Balard sur la question de la conservation des vins par la chaleur. Il rappelle ses expériences très-concluantes de 1846.

— Le docteur Bart rappelle le brevet de Gervais, pris en 1827 pour l'amélioration des vins par le chauffage. Connu!

— L'Académie reçoit de nouveaux documents sur l'aurore boréale du 4 février. Encore 17 pages de détails avec figures. M. Tarry et M. Silbermann s'occupent à cette occasion de l'origine des aurores boréales. Pour le premier, c'est un phénomène *cosmique*. M. Silbermann y voit des « marées atmosphériques » en connexion avec des essaims d'étoiles filantes qui apportent un « appoint d'attraction » au soleil et à la lune! C'est comme si on ajoutait un liard à la dette flottante.

— M. Brachet veut obtenir de la force motrice avec les cascades et cataractes de la Seine.

Séance du 26 février. — L'Académie nomme M. Airy et M. Agassiz ses associés étrangers, en remplacement de feu sir John Herschel et de feu sir Roderick-Impey Murchison.

— M. Balard revient encore une fois (sera-ce la dernière?) sur la question de la conservation des vins par le chauffage. Il a vraiment pour M. Pasteur la tendresse d'une mère. Il répond à la fois à M. Thenard et à M. de Vergnette lui-même. Appert n'a constaté qu'une chose : que la chaleur apportait dans les vins chauffés une *amélioration* que le voyage au long cours rendait encore plus sensible ; il n'a point parlé de *conservation*. Ni son procédé, ni celui de M. Gervais, ne s'est généralisé. M. de Vergnette-Lamotte, dans un mémoire *sur l'exportation des vins de Bourgogne dans les pays chauds*, publié en 1850, parle incidemment du chauffage des bouteilles au bain-marie et des bons résultats qu'il en a obtenus en 1840 ; mais il termine par les phrases suivantes : « Toujours nous avons réussi, en faisant varier la température de 50 à 75 degrés, à préserver de toute altération ultérieure les vins de qualité soumis à nos essais. Il n'en était pas de même pour ceux qui, d'une santé douteuse, ne présentaient pas cette composition normale sans laquelle les vins ne se conservent pas. Dans ce cas, ils ne résistent pas à cette épreuve. » Enfin, plus loin, M. de Vergnette dit encore : « Il nous paraît hors de doute que le seul moyen auquel nous devions avoir recours en Bourgogne pour la préparation des grands vins destinés à l'exportation consiste à les concentrer au moyen de la gelée. » Il dit aussi qu'on peut expédier en toute sécurité les vins qui auront *résisté à l'épreuve* du chauffage, sans contracter un goût de cuit. Pour lui, la chaleur altère donc les vins au lieu de les conserver. M. Balard cite ensuite de nombreux passages de la correspondance de M. Pasteur et de M. Vergnette (1864 et 1865), qui prouvent que ce dernier voyait dans le procédé Pasteur une découverte nouvelle. Il voit une mauvaise chicane dans les réclamations qui ont été soulevées contre M. Pasteur depuis 1869.

— M. Thenard répond au *Quousque tandem* de M. Balard. Il ne parle plus de la question de priorité, il explique seulement qu'il ne faut pas confondre le but de la congélation avec celui du chauffage. La congélation a pour effet de *concentrer le bouquet* d'un vin trop aqueux ; la chaleur le conserve.

— M. de Saint-Venant lit le commencement d'un mémoire sur l'hydrodynamique des cours d'eau, fruit de ses nombreux rapports sur les travaux de MM. Boussinesq, Lévy, Mathieu, etc. Si le mouvement du fluide n'était jamais qu'uniforme et rectiligne, on se contenterait aisément des formules empiriques établies par les jaugeages pour le calcul des débits. Mais les frottements intérieurs jouent un rôle complexe qui vient troubler la simplicité de ces calculs, et l'on sent le besoin d'une théorie qui établisse des relations entre les vitesses individuelles aux divers points des sections et les pressions, dont les composantes tangentielles aux faces des sections sont les frottements intérieurs du fluide. Les formules de Navier (1822) ne conviennent qu'à certains cas très-simples. On a ensuite les formules de Poisson, qui peuvent aussi se déduire des raisonnements de M. Stokes, et qui ont été confirmées par les expériences de Poiseuille sur l'écoulement des tubes. C'est de là que partent les travaux de M. Émile Mathieu et de M. Boussinesq.

— M. Charles Sainte-Claire Deville insiste sur l'application de ses « symétries *quadruple*, *dodécuple* et *tridodécuple*, » ou périodes des périodes de 90, de 30 et de 10 jours, aux retours moyens des phénomènes électriques de l'atmosphère (orages et aurores boréales). Il emprunte ses citations au *Weather Report* anglais, et s'efforce de montrer d'abord qu'il y a retour périodique des orages ou des aurores entre le 9 et le 16 de chaque mois. Il cherche aussi à justifier la période *tridodécuple* (36e partie de l'année) par des phénomènes de ce genre échelonnés de dix en dix jours et tombant les 4, les 14, les 24 des mois successifs. Ces coïncidences, lorsqu'on les présente ainsi isolées, peuvent faire illusion ; elles perdent beaucoup de leur force quand on s'aperçoit que d'autres dates sont souvent plus riches en météores, et que les dates critiques en sont bien souvent exemptes.

— M. Phillips communique un nouveau théorème sur le spiral réglant des chronomètres. Il avait établi (13 novembre) que le centre de gravité du spiral est constamment sur l'axe du balancier quand la forme du spiral est telle qu'il n'exerce aucune pression contre cet axe. Il démontre aujourd'hui que la réciproque est vraie, et que les deux conditions sont corrélatives.

— Le. P. Secchi décrit l'aurore boréale du 4 février telle qu'il l'a vue à Rome. Elle fut d'abord signalée par les perturbations magnétiques. Le pôle des rayons de l'aurore oscillait

autour du prolongement de l'aiguille d'inclinaison, en s'avançant peu à peu du nord vers le sud. Le P. Secchi croit avoir remarqué que les aurores précèdent un changement de temps, qui se produit alors sur une grande échelle. Cette fois, d'une saison très-belle, on a passé à des pluies et des orages. La coïncidencce signalée entre les aurores et les protubérances solaires est considérée par le P. Secchi (avec beaucoup de raison) comme une pure chimère.

Il ajoute qu'il étudie toujours avec soin les protubérances et les taches du soleil. Il a également étudié le spectre d'Uranus et les bandes de Jupiter.

— M. Ch. SAINTE-CLAIRE DEVILLE présente la troisième année (1870) des *Nouvelles météorologiques*, recueil mensuel contenant les observations de 64 stations de la France et de l'étranger.

— M. MAREY donne lecture d'un mémoire sur la détermination des inclinaisons du plan de l'aile aux différents instants de sa révolution. Voici comment le tracé des inclinaisons successives a été obtenu. Une buse, attelée à un manége de 7 mètres de diamètre, est suspendue de telle sorte que les mouvements de son vol s'effectuent le plus librement possible. L'oiseau entraîne en volant le manége, qui le contraint seulement à parcourir un trajet circulaire. Pendant ce temps, une tige légère, articulée à un mouvement de Cardan voisin de l'articulation de l'épaule, accompagne dans ses mouvements l'aile droite à laquellle on la relie. Les mouvements que l'aile exécute de haut en bas sont transmis par la tige à un appareil enregistreur, et fournissent la courbe des hauteurs de l'aile ; les mouvements d'arrière en avant donnent une seconde courbe. De ces deux courbes, on déduit graphiquement la courbe fermée du parcours de l'aile. Pour avoir les inclinaisons de son plan, on cherche à constater la torsion ou rotation de la tête humérale. Or, la tige est solidaire avec une sorte d'éventail rattaché à l'aile, et il en résulte que, si le plan de l'aile change, la tige et l'articulation de Cardan sont tordus ; cette torsion est transmise par une poulie à un appareil enregistreur, ce qui produit une troisième courbe, la courbe des inclinaisons. Avec ces triples données, on peut construire la trajectoire complète de l'aile. Deux gravures, intercalées dans la note de M. Marey, représentent ces diverses courbes. Voir, pour ses travaux antérieurs, le *Moniteur scientifique* de 1870, page 393.

— M. G. PLANTÉ étudie l'emploi des courants secondaires pour accumuler ou transformer les effets de la pile et il a déjà publié quelques résultats en 1868. Il cherche aujourd'hui le *rendement* des batteries secondaires considérées comme récepteurs. Pour obtenir l'accumulation la plus complète du travail de la pile dans un couple ou une batterie secondaire à lames de plomb, il faut que ce couple ou cette batterie soient *formés*, c'est-à-dire aient subi pendant quelque temps l'action du courant primaire tantôt dans un sens, tantôt dans un autre, de manière que la surface des lames puisse s'oxyder ou se réduire facilement sous l'influence d'une action ultérieure. Dans un couple secondaire bien formé, d'un demi-mètre carré de surface, sur lequel on fait agir deux couples ordinaires de Grove ou de Bunsen, le dégagement de gaz ne commence qu'au bout de six ou huit minutes ; pendant ce temps, le couple absorbe les deux gaz provenant de l'électrolyse (hydrogène et oxygène), et semble emmagasiner tout son travail, pour le rendre ensuite quand on ferme le circuit secondaire. Le *rendement* a été mesuré dans ces conditions, en ajoutant à la pile principale un couple témoin à sulfate de cuivre et à lame de platine préalablement pesée, pour connaître la dépense pendant la charge d'un couple secondaire, et en faisant agir le couple secondaire chargé sur un voltamètre à lame de platine également pesée, jusqu'à ce que le courant secondaire fût anéanti. En comparant, d'après les dépôts de cuivre, le travail dépensé pour la charge et le travail rendu, on a trouvé que le rendement était de 88 ou 89 pour 100. C'est donc là un récepteur assez parfait du travail de la pile. La batterie à lames de plomb disposée en tension offre un rendement inférieur à celui des couples disposés en quantité, mais c'est toujours un appareil de condensation efficace.

Le rôle de ces sortes d'appareils est analogue à celui des machines qui permettent d'accumuler la force mécanique : ressorts, presse hydraulique, mouton, etc.

Les effets de quantité correspondent à la chute d'une masse très-pesante, soulevée a une faible hauteur ; les effets de tension à celle d'une masse moins pesante, soulevée à une grande hauteur.

— Le consul de France à Malaga écrit au sujet d'un tremblement de terre ressenti le 28 janvier. A Grenade, la secousse a été encore plus forte qu'à Malaga. Ajoutons qu'un tremblement de terre a été ressenti en Allemagne le 6 mars, et de fortes secousses à Livourne les 24 et 26 février.

— M. Piazzi-Smyth a écrit à M. Delaunay qu'il a observé, pendant vingt aurores boréales, la raie jaune citron dont on a parlé. Elle coïncide avec la raie dont la longueur d'onde est 55.79 dans le spectre de la flamme des hydrocarbures.

— M. A. Mannheim donne une exposition sommaire d'une théorie géométrique de la courbure des surfaces, fondée sur ses études du déplacement des figures invariables. Il remplace l'indicatrice de Dupin par deux droites.

— M. A. Lalanne a découvert quelques relations entre les quantités angulaires des polyèdres convexes, qui étendent les analogies connues entre la théorie des polyèdres et celle des polygones. Ainsi, l'excès de la somme des dièdres sur la somme des angles solides est égal à l'excès du quadruple du nombre des faces sur 8, etc.

— M. Zeuthen adresse la suite de ses recherches sur les caractéristiques des systèmes élémentaires de cubiques.

— M. de Pambour continue ses travaux sur les roues hydrauliques. Il revient aujourd'hui sur un point de la théorie de la roue à réaction. Il explique certaines simplifications qu'il a introduites dans le calcul.

— M. Gaugain adresse une note sur les forces électromotrices développées au contact des métaux et des liquides inactifs, et notamment au contact de deux lames de platine avec l'eau distillée. L'une de ces lames est frottée avant d'être immergée, elle est négative par rapport à la seconde. La force électromotrice diffère selon le nombre des frictions et la nature du corps employé pour frotter le métal; elle varie de 30 à 56 unités, l'unité étant la force du couple thermo-électrique bismuth-cuivre (zéro et 100 degrés). Lorsque la lame frottée reste exposée à l'air pendant quelque temps avant d'être immergée de nouveau, la force au moment de l'immersion est moindre; cependant, après 24 heures d'exposition, la diminution n'est que de 20 unités. A partir de l'immersion, la force électromotrice diminue également; en dix minutes, elle est réduite à la moitié de sa valeur initiale, mais le décroissement se ralentit alors et devient très-lent; après 8 jours, on constate encore un courant.

La modification que le frottement fait subir à la lame produit les effets d'un dépôt laissé à la surface. En effet, une lame frottée avec un linge sec ou mouillé ne se mouille plus dans l'eau comme auparavant; si on la plonge dans l'eau et qu'on la retire, le liquide s'y réunit en gouttelettes comme sur un corps gras. Elle reprend son état antérieur, si on la chauffe dans la flamme d'une lampe à alcool. Une lame frottée qui ne se mouille plus dans l'eau le fait encore dans l'alcool. Toutefois, les faits observés peuvent s'interpréter autrement que par un dépôt gras. M. Becquerel avait déjà constaté des faits analogues: si on laisse séjourner dans l'eau deux lames de platine identiques, et qu'après avoir retiré l'une de ces lames dans le liquide, on l'y replonge, elle est négative par rapport à la seconde et fournit un courant. Mais la force électro-motrice est augmentée par le frottement.

— M. E. Reboul indique deux nouveaux isomères du bromure de propylène. Il fait connaître les conditions où il faut se placer pour obtenir ces isomères, assez difficiles à préparer. En 1870, il avait déjà obtenu les bromhydrates d'éthylène et de propylène monobromés, isomères des bromures d'éthylène et de propylène. Le bromure d'allyle étant isomérique avec le propylène monobromé, il a songé à le substituer à ce dernier, et il a réussi. En faisant passer un courant d'acide bromhydrique gazeux dans de l'alcool allylique pur placé dans un ballon entouré d'eau froide, et en distillant la couche supérieure qui s'est formée, on finit par obtenir un liquide jaunâtre qui bout entre 162 et 164 degrés. Il se distingue de son isomère, le bromure de propylène, par le point d'ébullition plus élevé de 20 degrés, et par le dédoublement spécial que lui fait subir la potasse alcoolique. M. Reboul donne à ce composé ($C^3 H^6 Br^2$) le nom de *bromhydrate de bromure d'allyle*. M. Wurtz, qui a présenté cette note, ajoute que le même corps a été décrit en 1871 par M. Géromont, qui y voit le bromure de propylène normal, qu'il nomme *bromure de triméthylène*. Ce troisième isomère signalé par

M. Reboul est le *dibromhydrate d'allylène*, qui bout à 114 degrés. Voici donc les quatre isomères connus :

	Point d'ébullition.
Dibromhydrate d'allylène.................	114 degrés.
Bromhydrate de propylène monobromé	122 —
Bromure de propylène....................	143 —
Bromhydrate de bromure d'allyle.........	163 —

On peut y ajouter le *méthylbromacétol* de M. Linnemann, bouillant de 115 à 118 degrés. M. Reboul revient sur ce sujet dans le *Compte-rendu* suivant.

— M. Personne rappelle qu'il a découvert longtemps avant M. Duclaux que l'iodure d'amidon n'était point une véritable combinaison chimique ; il avait dit en 1866 que l'iode se fixait sur l'amidon comme une matière colorante.

— M. P. Bert adresse une 3e note sur l'influence que les changements de pression barométrique exercent sur les phénomènes de la vie. Il avait trouvé que les animaux maintenus dans des vases clos périssent par l'acide carbonique, si la pression de l'air y dépasse 2 atmosphères, la pression de l'acide carbonique ayant atteint une certaine valeur constante ; au-dessous de 2 atmosphères, la mort était due à la privation d'oxygène et arrivait également pour une pression constante de l'oxygène contenu dans l'air. En employant des atmosphères plus riches en oxygène, il est parvenu à vérifier la loi relative à l'acide carbonique, même au-dessous de 2 atmosphères. En résumé, l'influence du gaz oxygène ou de l'acide carbonique sur l'économie animale dépend de la force élastique absolue de ces gaz dans une atmosphère confinée. L'acide carbonique tue les moineaux quand sa tension équivaut à 19 centimètres de mercure, et ils périssent par privation d'oxygène lorsque la tension de ce gaz est égale à 2 centimètres 1/2 (27 millimètres). On peut en conclure qu'à la rigueur un moineau vivrait encore dans une atmosphère d'oxygène à 3 centimètres, ou dans l'air à 13 centimètres. M. Bert a pu abaisser en effet la pression de l'air jusqu'à 15 centimètres, celle d'un mélange à 87 centièmes d'oxygène jusqu'à 6 centimètres. En abaissant la pression plus lentement, on pourrait aller au-dessous de ces limites.

Dans un air suroxygéné, dont la pression dépasse 2 atmosphères 1/2, la loi en question devient fausse. Ainsi, à 3 atmosphères, l'acide carbonique dans l'air où l'oiseau est mort n'est plus que de 5 ou 6 pour 100, au lieu de 8.3 que donnerait le calcul d'après la loi indiquée ; à 5 atmosphères, on ne trouve que 1.4 au lieu de 5. Ces anomalies s'expliquent de la manière suivante. Lorsqu'on porte la pression à 4 ou 5 atmosphères, l'oiseau donne des signes de malaise ; on voit apparaître de petites trépidations de la tête et des pattes ; puis arrivent des convulsions qui finissent par amener la mort. Ces effets sont dus, non pas à la pression, car les oiseaux supportent l'air ordinaire jusqu'à 9 atmosphères, mais à l'oxygène devenu trop abondant. Les convulsions apparaissent franchement vers 4 atmosphères, quand le mélange gazeux renferme 75 centièmes d'oxygène, c'est-à-dire lorsque la pression de l'oxygène seul est égale à 3 atmosphères. Pour arriver à une pression équivalente avec de l'air ordinaire (0.21 d'oxygène), il faudrait le porter à 14 atmosphères. Des expériences spéciales ont montré que l'azote n'était pour rien dans ces effets.

Enfin, la conclusion de M. Bert est celle-ci : L'oxygène, lorsque sa proportion dans le sang est augmentée d'une manière notable, devient un poison et tue en déterminant des convulsions. D'ailleurs, la *dose* mortelle de l'oxygène paraît être peu supérieure à la dose de ce gaz qui circule d'ordinaire dans nos artères.

— M. Gréhant a répété les expériences de Humboldt et Provençal sur la respiration des poissons dans l'eau, en faisant usage d'un procédé plus exact. Il a opéré sur des tanches, des cyprins, des carpes. Il a constaté qu'une tanche, privée de sa vessie natatoire, exhalait encore de l'acide carbonique et n'absorbait pas d'azote, contrairement à ce qui avait été annoncé par Humboldt. M. Gréhant a constaté que les poissons peuvent non-seulement enlever à l'eau confinée la totalité de son oxygène, mais qu'ils peuvent aussi extraire l'oxygène des globules sanguins ou de l'hémoglobine. L'expérience a été faite avec un cyprin doré, qu'on plaça dans de l'eau distillée qui contenait un dixième de sang de chien défibriné et oxygéné, puis avec une carpe plongée dans de l'eau de Seine qui contenait un cinquième de sang de bœuf. Les

poissons vivent plus longtemps dans ces mélanges sanguins que dans l'eau simple ; les mélanges deviennent noirs par la disparition de l'oxygène, et se chargent d'acide carbonique. Cette observation a de l'importance, car le mode de respiration du fœtus dans le placenta est comparable au mode de respiration d'un poisson dont les branchies plongent dans un milieu sanguin.

— M. A. VULPIAN avait fait connaître certaines modifications anatomiques qui se produisent dans la moelle épinière à la suite de l'amputation d'un membre ou de la section des nerfs de ce membre. Il a complété ses observations de 1868. Les modifications consistent essentiellement dans une diminution en tous sens des dimensions de la moitié correspondante de la moelle dans la région qui fournit les nerfs destinés au membre amputé, d'ailleurs sans altération réelle de structure ; c'est une atrophie simple par manque d'usage. C'est ainsi qu'un chef de maison réduit son personnel quand les affaires ne marchent plus. Une atrophie analogue suit la section des nerfs (grand sciatique ou crural) chez l'animal vivant.

— MM. LABBÉ et GUYON ont entrepris des recherches sur l'action combinée de la morphine et du chloroforme, au point de vue de la sécurité de l'anesthésie complète. MM. Claude Bernard, Nusbaum, Rigault, Sarazin, Guibert, avaient déjà fait des observations analogues. Les expériences faites dans le service de la Pitié prouvent que les injections sous-cutanées de chlorhydrate de morphine permettent de diminuer beaucoup les inhalations de chloroforme, ce qui rend l'anesthésie moins dangereuse.

— M. BÉCHAMP revient sur la nature des corpuscules organisés de l'atmosphère et sur la part qu'ils ont dans les phénomènes de fermentation. Pour lui, les microzymas atmosphériques sont des ferments du même ordre que ceux de la craie ; les mcrozymas de la poussière des rues de Montpellier sont doués des mêmes propriétés que les précédents ; ceux du tuf calcaire de Castelnau (près Montpellier) sont, au contraire, fonctionnellement différents; mais l'influence des microzymas atmosphériques, seuls ou unis à une matière putrescible, peut être réduite à zéro.

— M. STANISLAS MEUNIER signale l'existence de la bauxite à la Guyane française.

— M. LAUSSEDAT et M. J. SILBERMANN adressent deux notes sur l'aurore boréale du 4 février. On a pu constater une fois de plus que les rayons de l'aurore sont parallèles à la direction de l'aiguille aimantée librement suspendue. M. Laussedat a marqué sur une carte céleste 24 positions successives du point de convergence des rayons ; ce sont les changements de direction de l'aiguille réflétés dans le ciel. M. Silbermann donne la suite de sa théorie assez hasardée des aurores.

— Le vice-amiral JURIEN DE LA GRAVIÈRE présente, de la part de M. Larousse, une étude (imprimée) sur les embouchures du Nil et sur les changements qui s'y sont produits pendant les derniers siècles ; ce mémoire se termine par une étude sur Port-Saïd, et par des réflexions sur la possibilité d'un canal entre Cette et Bayonne.

Séance du 4 mars. — M. BARRÉ DE SAINT-VENANT continue son mémoire sur l'hydrodynamique des cours d'eau.

— M. GUIBAL adresse, avec la description et les dessins de son appareil de ventilation des mines, l'indication des houillères belges, françaises, anglaises, allemandes, où cet appareil est en usage (169 cas). Il ajoute des tableaux synoptiques indiquant l'état de l'aération et le mouvement des ventilateurs dans le Hainaut depuis 1840. C'est un prospectus parfaitement rédigé.

— M. J. BARROT fait connaître les résultats qu'il a obtenus à Philippeville avec l'*eucalyptus globulus*, ou gommier bleu de la Nouvelle-Hollande. Quelques milliers d'eucalyptus ont été semés en 1865, et ont déjà des hauteurs moyennes de 15 mètres (quelques-uns 18 mètres), et des circonférences de 1 mètre à 1 mètre du sol. Cette végétation rapide pourrait faciliter le reboisement de l'Algérie.

— L'Académie des sciences de Belgique annonce qu'elle va célébrer cette année l'anniversaire séculaire de sa fondation. Elle a été créée en 1772 par lettres-patentes de Marie-Thérèse.

— M. GERNEZ adresse une note sur les spectres d'absorption du chlore et du chlorure d'iode. Les vapeurs de certaines substances colorées exercent une forte absorption sur la lumière

transmise et donnent lieu à des spectres sillonnés de raies noires caractéristiques. Les spectres des dissolutions de ces corps donnent des bandes d'absorption analogues, mais on ne gagne rien à les étaler par des spectroscopes puissants, tandis que les bandes d'absorption des vapeurs se résolvent alors en raies très-fines. Cette remarque a conduit M. Gernez à reconnaître les spectres d'absorption du chlore et du chlorure d'iode. En faisant arriver la lumière suivant l'axe d'un tube de $1^{m}.50$ de longueur, rempli de chlore pur, il a pu nettement distinguer les raies d'absorption de ce gaz, mais le phénomène présenta plus d'éclat avec un tube de $4^{m}.7$ de longueur. Depuis le rouge jusqu'à D, le spectre est continu ; mais au delà de D commence un système de raies caractéristiques. Le protochlorure d'iode donne à 40 degrés assez de vapeurs pour produire un spectre d'absorption composé d'une vingtaine de raies fines, différentes de celles du chlore, ayant au contraire quelque analogie avec les spectres d'absorption du brome et de l'iode.

— M. H. Caron adresse une note sur le fer cristallisé ou « brûlé, » qu'on obtient en laissant refroidir à l'air une barre de fer de bonne qualité qui a été portée au blanc soudant ; ce fer est, comme on sait, fragile et à cassure cristalline ; on admet qu'il a absorbé de l'oxygène. Or, M. Caron n'a pas trouvé la composition changée après le refroidissement. Il a refroidi trois morceaux de la même barre dans l'air, l'azote et l'hydrogène ; tous les trois sont devenus du fer brûlé. Il n'y a donc pas absorption d'oxygène ; c'est la chaleur qui agit seule. M. Caron n'admet pas non plus que le fer devienne cristallin et cassant par les vibrations, comme on l'a dit, ni par le froid, comme on le croit généralement. Les accidents s'expliquent en dehors de ces hypothèses. Des expériences directes faites à « l'usine frigorifique » de M. Tellier, à Auteuil, ont démontré qu'à 20 degrés au-dessous de zéro, le *bon* fer ne devient pas plus cassant qu'à la température ordinaire. Il est vrai que la fragilité du *mauvais* fer est augmentée par le froid. La structure cristalline de certains fers provient donc d'un vice de fabrication. M. Caron s'est donc préoccupé des moyens de revivifier le fer ou l'acier détériorés par des opérations mal faites. « Des réformes économiques » ont arrêté ses essais à mi-chemin ; mais si l'Académie voulait s'intéresser à ses travaux.....

— M. Bouchardat fait connaître ses recherches sur les éthers acétiques de la dulcite. On peut obtenir méthodiquement d'un acide organique monobasique plusieurs combinaisons neutres appartenant soit à la série des éthers de la dulcite, soit à celle des éthers de la dulcitane, qui est son premier anhydride. L'auteur a opéré avec l'acide acétique monohydraté, l'acide acétique anhydre et le chlorure acétique. En résumé, l'acide acétique et la dulcite fournissent beaucoup de combinaisons neutres que l'on peut formuler ainsi :

$$C^{12}H^{14}O^{12} + n\,C^{4}H^{4}O^{4} - n\,H^{2}O^{2} \quad (n = 1, 2, \ldots 6 \text{ pour la dulcite}),$$

et $$C^{12}H^{14}O^{12} + n\,C^{4}H^{4}O^{4} - (n+1)H^{2}O^{2} \quad (n = 1, 2, \ldots 5 \text{ pour la dulcitane}).$$

— M. Reboul communique des faits relatifs aux bromhydrates et chlorhydrates d'allylène. L'allylène s'unit à froid à l'acide bromhydrique en solution aqueuse très-concentrée et employée en grand excès, et l'on obtient du dibromhydrate d'allylène liquide, bouillant à 115 degrés, et d'une odeur moins suave que son isomère, le bromure de propylène. M. Reboul pense que ce dibromhydrate ($C^{3}H^{4}, 2HBr$) doit être représenté par la formule $\left\{\begin{matrix} CH^{3} \\ CBr^{2} \\ CH^{3} \end{matrix}\right.$, qui en fait un corps identique avec le méthylbromacétol de M. Linnemann.

Le monobromhydrate, isomérique avec le propylène, serait alors $\left\{\begin{matrix} CH^{3} \\ CBr \\ CH^{2} \end{matrix}\right.$; il bout à 48 degrés (6 degrés plus bas que le propylène bromé, qui bout à 54 degrés). On reconnaît encore la différence de ces deux corps à la manière dont ils se comportent vis-à-vis de l'acide bromhydrique fumant, en solution saturée à 10 degrés. Le bromhydrate de propylène bromé est probablement un mélange de dibromhydrate d'allylène et d'un peu de bromure de propylène.

L'allylène s'unit aussi à froid avec l'acide chlorhydrique en solution concentrée, mais il faut un temps plus long que pour l'acide bromhydrique. Le dichlorhydrate d'allylène obtenu semble identique au méthylchloracétol de M. Friedel ; il bout vers 70 degrés. (Voir aussi la séance précédente.)

— M. Schlagdenhauffen communique une note sur la pyruvine ; c'est une glycéride de l'acide pyruvique, obtenue en chauffant la glycérine avec l'acide tartrique. Elle se sublime à la température du bain-marie en lamelles brillantes, fusibles à 78 degrés ; elle bout à 242 degrés. M. Schlagdenhauffen annonce « qu'il en donnera prochainement la description complète. » Alors, pourquoi n'attend-il pas que sa précieuse découverte soit complète? Il est vrai que d'autres font part à l'Académie de leurs « projets d'observations. »

— M. Planchon adresse des remarques sur le *cratægus aronia* (Spach), considéré dans ses rapports avec l'aubépine et l'azerolier d'Italie. Il le considère comme un métis de l'aubépine et de l'azerole. En ce cas, l'existence de métis, conservant sous des traits intermédiaires entre ceux des parents une fertilité qui manque aux hydrides entre espèces, serait un argument en faveur de l'identité spécifique des formes extrêmes.

— M. W. de Fonvielle cherche à expliquer trois cas de foudre, où les paratonnerres ont été insuffisants. Il invoque le mauvais état des chaînes de paratonnerre et l'influence des eaux pluviales, bouchant des tuyaux de décharge ou établissant des communications temporaires par l'intermédiaire du sol ou des limailles inondées.

Dans la séance précédente, M. Duchemin avait adressé une note sur le même sujet. Nous ne l'avons pas signalée, devant la reproduire *in extenso* sitôt que la place nous le permettra.

— M. von Baumhauer rappelle ses publications relatives à l'origine des aurores polaires, et qui datent de 1844. Il y voit des brouillards météoriques renfermant une certaine proportion de fer magnétique. La terre attirera ces brouillards vers ses pôles. A la production de ce phénomène pourraient contribuer également les parties de la matière des étoiles filantes qui disparaissent dans l'atmosphère. N'observe-t-on pas d'ailleurs des chutes de grêle dont les grêlons contiennent du fer? Eversman, Pictet, Cozari (1834) ont fait des constatations de ce genre. On a remarqué aussi des coïncidences entre les aurores et les essaims d'astéroïdes ; tout cela ferait supposer une liaison intime entre ces phénomènes.

— M. Landrin s'occupe de l'action réciproque (par diffusion) des acides et des bases alcalines, séparés par une cloison poreuse. Il a placé dans un vase poreux de Bunsen 60 centimètres cubes d'une solution acide, et, à l'extérieur, 100 centimètres cubes d'une solution alcaline, pouvant donner ensemble un sel soluble. Après vingt-quatre heures, on déterminait le poids du sel formé par le dosage des solutions. A l'extérieur, il y avait toujours à peu près 4 grammes de potasse ou de soude, ou de carbonate de potasse ou de soude, et, à l'intérieur, 2 grammes et demi d'acide chlorhydrique, sulfurique ou azotique. Le poids du sel formé a varié entre 2 et 4 grammes. Les nombres du tableau prouveraient, d'après M. Landrin, que le poids du sel formé n'est pas proportionnel aux équivalents des corps employés, mais qu'il correspond à leurs attractions électives connues. C'était à prévoir. La soude cependant s'est combinée à l'acide chlorhydrique avec plus d'énergie que la potasse. M. Landrin pense que la rapidité de cette combinaison peut expliquer l'abondance du sel marin à la surface du globe.

— M. Kessler adresse, de Clermont-Ferrand, une note sur une modification des procédés de dosage de l'azote, à l'état de liberté, dans l'analyse des matières organiques. Il préfère le procédé de M. Dumas, par l'oxyde de cuivre ; seulement, au lieu de recueillir les gaz sur le mercure, il fait usage d'une poche de caoutchouc, disposée entre le tube à combustion et un tube de verre gradué qui sert d'éprouvette. Nous publierons le détail de son procédé, qui offre un intérêt réel.

— M. E. Robert explique la fermentation si fréquente du vin en futailles à l'époque de la floraison de la vigne, par l'abondance des mycodermes dans l'air à cette époque. Pourquoi n'a-t-il pas essayé de le démontrer ?

Essai sur la construction des paratonnerres.

Dans la séance de l'Académie des sciences du 18 mars 1867, je fis une communication au sujet d'un coup de foudre, et sur l'inefficacité d'un paratonnerre, qui ne présentait pas de solution de continuité; mais qui avait ceci de remarquable que son conducteur venait aboutir dans la citerne du phare de Fécamp, construite au milieu d'une masse crayeuse, sur le sommet d'une falaise, et à 120 mètres au-dessus du niveau de la mer. C'est qu'en effet une

citerne, placée surtout dans de telles conditions, ne satisfait pas aux règles de la science. Il faut que le centre qu'atteint la partie inférieure du paratonnerre représente sûrement l'humidité du sol, de manière que le fluide électrique ne trouve aucune résistance dans son écoulement. Aussi l'instruction de la commission des paratonnerres, publiée en 1855, prescrit-elle sagement « de mettre toujours les conducteurs de paratonnerre en communication par « de larges surfaces avec des nappes d'eau intarissables. » Si l'on pouvait chaque fois remplir ce programme, les paratonnerres bien construits ne laisseraient certainement rien à désirer. Malheureusement il est à remarquer qu'il n'est pas toujours possible d'atteindre de véritables nappes d'eau; et, souvent, trop souvent, il en résulte que les constructeurs se contentent de déposer l'extrémité de la tige conductrice dans un milieu plus ou moins humide, et à une très-faible profondeur. Ici apparaît une question capitale que j'ai cherché à résoudre : Est-il possible de découvrir si un terrain satisfait aux conditions de sécurité pour l'installation d'un paratonnerre?

Selon moi, lorsqu'il ne s'agit pas d'une poudrière qu'il faut protéger extraordinairement et à tout prix contre la foudre, l'étude du sol et de la végétation qui s'y produit peut être un indice suffisant pour l'observateur. Car l'épuisement de l'électricité par le sol n'est possible qu'autant qu'on admet l'absence de terrains secs, pierreux ou calcaires. Or, tout terrain qui n'est pas assez végétal et assez riche pour produire des arbres centenaires doit être prudemment abandonné, les gros arbres ne pouvant vivre qu'en raison d'une humidité considérable, et dont l'étendue peut défier celle des nuages orageux. Si l'on ne se trouve pas en présence de ces circonstances, il faut avoir recours au forage d'un puits, et rejeter bien loin l'idée du vieux système de la fosse remplie de charbon, si celle-ci ne devait pas se trouver placée dans ces conditions favorables, et avoir même une étendue suffisante. Autrement la condensation de l'électricité menacerait bien davantage l'édifice qu'on veut protéger que l'absence de tout paratonnerre.

Dernièrement j'installais dans une propriété du département de l'Eure un paratonnerre. J'avais rencontré ces conditions de végétation luxuriante que je signale et que je crois excellentes. J'ai eu soin de conduire, en l'entourant de charbon, la partie inférieure du conducteur à une profondeur égale au moins à celle que peuvent atteindre les plus profondes racines des arbres. Aussi le résultat de l'épreuve suivante, qui diffère sur un point des expériences qui ont été faites jusqu'ici, est-il venu me confirmer dans mes prévisions.

Usant des appareils en usage : pile, galvanomètre, et d'un fil de cuivre recouvert de gutta-percha, j'ai pu établir et vérifier la communication par la terre, en agissant sur la pointe du paratonnerre, et en utilisant la conductibilité de la sève d'un gros arbre placé à une certaine distance et dans le centre du tronc duquel j'avais préalablement fait pénétrer plusieurs tiges de fer, prévoyant que, si toutes les parties du conducteur étaient en relation suffisante avec la terre, l'humidité de l'arbre, fût-elle acide ou alcaline, me mettrait en communication avec le réservoir commun (1). J'ai pu ainsi constater que l'écart de l'aiguille du galvanomètre diminuait d'autant plus que je ramenais davantage vers la surface terrestre la partie inférieure du conducteur. Ce qui prouve, à mon avis, que la conductibilité augmente, jusqu'à un certain point, en raison de la longueur ou de la surface des parties de l'appareil qui communiquent avec l'humidité ; et qu'il importerait à l'avenir de ne jamais négliger d'évaluer, par tous les moyens possibles, quelle doit être la surface du fer ou autre métal qu'il faut utilement sacrifier.

ÉMILE DUCHEMIN.

---

(1) La sève est conductrice du fluide électrique, au point qu'une plante placée dans un vase de verre rempli de terre et couvert extérieurement d'une feuille d'étain, m'a permis, pendant plusieurs mois, de soutirer l'électricité en utilisant l'intéressante machine de Holtz, que fait si consciencieusement construire M. Ruhmkorff. La plante faisait l'office de tige métallique de la bouteille de Leyde et transmettait des commotions violentes, sans qu'elle semblât se ressentir du passage du fluide.

BREVETS D'INVENTION ET NOTICES INDUSTRIELLES.

La Compagnie parisienne d'éclairage et de chauffage par le Gaz a pris, sous la signature de M. Audouin, le brevet suivant à la date du 3 juin 1870 (nº 90217) :

Procédé de préparation industrielle de l'anthracène.

Jusqu'à présent les chimistes qui se sont occupés de la préparation de l'anthracène ont indiqué des moyens très-compliqués pour le retirer, soit par la distillation du brai, soit par le traitement des huiles provenant de la distillation du goudron.

L'invention qui fait l'objet du présent brevet nous permet d'obtenir la majeure partie de l'anthracène contenu dans le goudron de houille à un très-grand degré de pureté et dans des conditions plus économiques.

Cette fabrication se compose de deux parties : la première comprend l'extraction de l'anthracène brut; la seconde comprend les moyens employés pour la purification de ce produit.

PREMIÈRE PARTIE. — *Préparation de l'anthracène brut.*

Quand on traite le goudron dans les conditions de travail ordinaire, on remarque qu'à un certain moment, vers la fin de la distillation, il passe des huiles épaisses contenant une proportion notable d'anthracène brut. Le moment où ces huiles passent à la distillation et la proportion qu'on en retire sont nécssairement variables d'après la nature des goudrons.

La composition du goudron permet seule d'indiquer le moment où il est nécessaire de mettre à part ces huiles et où il faut arrêter l'opération. Le dépôt d'anthracène, qui se fond facilement par les grands froids d'hiver, peut être de beaucoup facilité en faisant usage des appareils réfrigérants (appareil Carré, etc.).

Ces huiles, chargées d'anthracène, ainsi obtenues directement du goudron, sont filtrées; on sépare ainsi des huiles et des produits solides l'anthracène brut.

Les huiles sont soumises à une distillation partielle qui permet encore de retirer des huiles, riches en anthracène, que l'on traite comme il a été indiqué précédemment.

L'anthracène brut A est séché à l'aide d'une essoreuse ou de tout autre appareil, tel que filtre à pression d'air, à succion, etc., afin d'éliminer la majeure partie de l'huile contenue dans ce produit.

Ce produit B, ainsi privé d'huile, est mis à part pour subir le travail de la purification.

DEUXIÈME PARTIE. — *Purification de l'anthracène.*

Suivant qu'on veut obtenir ce produit plus ou moins pur, il faut lui faire subir différentes opérations préalables.

La première opération consiste à fondre ce produit, à le laisser refroidir ensuite lentement, de façon à obtenir une cristallisation à gros grains, qui permet d'éliminer une nouvelle quantité d'huile.

Le produit ainsi obtenu et convenablement égoutté C est fondu de nouveau. Si on reconnaît par l'examen que la première purification est insuffisante, on lui fait subir une seconde fois la même transformation avant de le transformer en pains, qu'on soumet ensuite à un pressage énergique, d'abord à froid, puis à chaud, au moyen d'une presse analogue à celle employée pour la fabrication de l'acide stéarique, etc.

On arrive par cette opération méthodique à éliminer non-seulement les huiles liquides à la température ordinaire, mais aussi les produits solides, naphtaline, etc., matières dont le point de fusion est inférieur à celui de l'anthracène.

Si l'on veut obtenir encore un plus grand degré de pureté, on fait subir au produit obtenu, après le pressage à chaud, une sublimation dans un appareil analogue à celui employé pour la sublimation de la fleur de soufre. On achève le dégagement des vapeurs lourdes d'anthracène à l'aide d'un courant d'air ou de gaz, tel que l'acide carbonique ou l'air en partie privé d'oxygène provenant des foyers.

On obtient ainsi un produit presque blanc, très-pur et cristallisé.

Le produit, pressé à chaud, peut être purifié également à l'aide des carbures agissant par dissolution ou clairçage. Le produit ainsi obtenu, convenablement égoutté, est pressé de nouveau comme nous l'avons indiqué précédemment.

Sur la production de l'anthracène et de l'alizarine artificielle.

D'après MM. Broenner et Gutzkow.

L'anthracène s'obtient en distillant le brai de goudron avec de la vapeur surchauffée. D'après Schuller, le moyen le plus facile de l'obtenir à l'état de pureté consiste à chauffer à l'ébullition dans une vaste cornue l'anthracène brut et à faire passer dans le liquide un courant d'air qui entraîne l'anthracène ; on reçoit ce dernier dans un vase convenable.

Pour préparer la matière colorante à l'aide de l'anthracène, on le traite par le double de son poids d'acide nitrique, on lave à l'eau et on dissout le résidu dans l'acide sulfurique ; on le convertit ensuite en oxanthracène au moyen du nitrate d'oxyde de mercure. On purifie cet oxanthracène par la sublimation et on le chauffe à 200 degrés avec une lessive de soude concentrée qui le transforme en alizarine ; on étend d'eau la solution, on précipite l'alizarine par un acide et on lave avec soin pour la débarrasser de l'acide adhérent.

(Brevet bavarois du 29 septembre 1870.)

Sur la lumière oxyhydrique proposée par M. Tessié du Motay.

On lit dans le *Gaz* du 15 mars dernier l'article suivant, que nous nous contenterons de reproduire. Il est signé de M. Emile Durand, rédacteur du *Gaz*.

« Dans l'usine de Pantin de M. Tessié du Motay on fabrique le gaz oxygène (1) au moyen de huit cornues de forme elliptique que l'on charge chacune de 300 kilogrammes de matières ainsi composées : les trois quarts ou 225 kilogrammes en manganate de soude, et l'autre quart, soit 75 kilogrammes, en oxyde de cuivre, bien mélangé au manganate afin d'augmenter sa perméabilité naturelle.

Chaque cornue produit 35 mètres cubes d'oxygène par vingt-quatre heures, en huit opérations qui durent trois heures chacune.

---

(1) M. Tessié du Motay a découvert que si l'on fait passer un courant de vapeur d'eau sur des manganates alcalins ou les combinaisons binaires analogues, chauffés à 400 degrés environ, ces corps jouissent de la propriété de décomposer et de perdre leur oxygène, que l'on peut recueillir parfaitement pur, après la condensation de la vapeur d'eau. Ces mêmes corps ont la faculté de se réoxyder lorsqu'à *la même température* ils sont exposés à l'action d'un courant d'air. De ces deux remarquables propriétés qui forment la base du procédé de M. Tessié du Motay, celle qui consiste dans l'action spéciale de la vapeur d'eau constitue son véritable mérite et l'originalité de sa découverte, car c'est grâce à cette action que l'éponge minérale peut subir ses évolutions en restant portée à la même température. Ces évolutions se déterminent, non plus par des variations de chaleur, mais par des passages alternatifs, en vase clos, d'air et de vapeur d'eau, effectués par des moyens automatiques.

La constance de la température a en outre l'immense avantage de laisser les manganates dans un état moléculaire tel, qu'ils conservent indéfiniment leur propriété absorbante, ce qui n'était pas le cas de la baryte, dans laquelle se manifestaient les effets de fusion et de diminution de porosité qui enlevaient bien vite à cette matière sa propriété de retenir l'oxygène de l'air.

Quelques données vont confirmer les considérations qui précèdent et montrer la valeur éminemment industrielle et économique du procédé Tessié du Motay.

La même quantité de manganate ayant pu servir journellement pendant plus d'un an sans être enlevée des cornues, on peut laisser de côté, comme presque nulle, la dépense de ce chef en matière première. Les frais réels de production consistent dans le chauffage des cornues.

Or, à la suite d'expériences nombreuses faites en grand, on a constaté que 1,000 kilogrammes de charbon suffisent à la fabrication de 300 mètres d'oxygène, soit moins de 3 kilogrammes et demi par mètre cube. L'air et la vapeur d'eau étaient fournis, le premier par une machine soufflante, l'autre par une chaudière, donnant lieu à une dépense de combustible que les mêmes expériences permettent d'evaluer à 2 kilogrammes par mètre cube. Il suit de là que le prix brut du mètre cube d'oxygène est d'environ 15 centimes. Ce résultat n'a pas besoin de commentaires. (Extrait d'une brochure publiée par M. Tessié du Motay.) Dr Q.

Le manganate de soude coûte quelque chose comme 200 francs les 100 kilogrammes; il ne peut pas servir comme on le croit à la production de l'oxygène pendant plus d'une année; il dégage dans le principe de 10 à 12 mètres cubes d'oxygène par 100 kilogrammes et par jour; mais son action s'altère sous les alternatives constantes d'oxydation et de désoxydation, si bien qu'au bout de neuf mois à peu près de service, il est devenu impropre à produire l'oxygène, son action est nulle.

Voilà donc un premier élément de dépense qu'il convient d'évaluer et non pas laisser de côté, comme on prétend le faire.

Après cela vient la question de chauffage :

Chauffage des fours;

Chauffage du bouilleur, car on fait usage d'une machine de 20 chevaux pour injecter l'air comprimé dans les cornues, comprimer l'oxygène dans les cylindres, et produire la vapeur d'eau nécessaire au dégagement de l'oxygène;

Surchauffe de la vapeur, chauffage de l'air, etc.;

Puis la main-d'œuvre pour le chauffeur et le mécanicien, et enfin la détérioration des cornues.

En chiffrant le prix de revient à 0 fr. 50, les *Mondes* étaient bien plus près de la vérité que ne l'est une certaine notice qui estime ce prix à environ 15 centimes, ce qui ne représente même pas le coût du chauffage seul!.....

Si, maintenant, du gazomètre on envoie ce gaz chez le consommateur, il faut d'abord en doubler le prix à cause des fuites; puis ajouter les frais généraux, d'administration, de personnel des bureaux et du service extérieur, l'entretien de la canalisation, du matériel, la carburation, les redevances à la ville, l'intérêt du capital, et enfin le bénéfice à réaliser.

Nous avons la certitude que le prix de vente de 1 fr. 70 le mètre cube que l'on propose d'adopter sera impuissant non seulement à procurer le moindre bénéfice, mais encore à couvrir seulement les dépenses.

Nous avons donc raison d'insister sur le prix de revient, c'est là la clef de l'opération financière, la base de l'entreprise, et il faut avouer que jusqu'ici elle parait manquer absolument de solidité.

Il est vrai que le journal *les Mondes*, organe officiel de la lumière oxyhydrique, nous promet encore sous ce rapport monts et merveilles; mais hélas! nous savons trop ce qu'il faut croire de ces affirmations; il prend ses désirs pour des réalités, et nous ferait croire que Santiago du Chili est éclairé par la lumière oxyhydrique, si nous n'avions reçu par hasard ces jours derniers la visite du propriétaire de cette usine, qui nous a déclaré que l'oxygène n'y avait pas encore pénétré jusqu'à ce jour.

Toutes ses assertions louangeuses sont autant de pavés qui retombent lourdement sur l'objet de son amiration. (L'abbé Moigno n'en est plus à compter le nombre de ses pavés et de ses fours; ses fours se chiffrent par centaines et ses pavés par milliers, et nous ne sommes pas au bout, attendons le bouquet qui nous est promis et qui ne peut tarder à venir.)

Ainsi, dans son numéro du 11 janvier il annonçait, dans un langage mystérieux, que la *science française* avait trouvé le moyen de réduire le prix de l'oxygène à 0 franc 0 centime!...

Aujourd'hui la *science française* c'est tout bonnement un sieur Smith, qui, au dire du *Chemical News*, a fait part à la Société philosophique de Manchester, de la propriété que possède le *titanium* d'absorber et de condenser l'azote; M. Smith dit le titanium assez abondant dans la nature.

M. Tessié du Motay, après avoir absorbé l'oxygène de l'air par le manganate de soude, en absorberait l'azote par le *titanium*, lequel azote, dégagé au moyen de l'hydrogène, formerait avec ce dernier de l'ammoniaque dont le prix couvrirait à lui seul toute l'opération.

Eh bien! si nous devons attendre la réussite de cette donnée pour voir descendre l'oxygène à un prix rémunérateur, le gaz de houille a encore du temps devant lui. On va sans doute se mettre à la recherche des placers de titanium le plus tôt possible.

La lumière oxyhydrique, voulant se substituer au gaz actuel, se trouve en présence de deux difficultés bien grandes, si elles ne sont insurmontables; ce sont :

Comme entreprise financière, le prix de revient de l'oxygène;

Comme éclairage pratique, la complication des appareils; car on trouvera peu de personnes qui veuillent bien, comme la maison Dorée, consentir à l'installation, dans leur domicile, de deux compteurs, d'un carburateur, de deux régulateurs et de deux canalisations distinctes.

Et puis vous dites toujours : *Notre lumière oxyhydrique*... mais, la fabrication de l'oxygène à part, que peut-il y avoir dans la combustion du gaz carburé au moyen de l'oxygène qui soit de nature à constituer une propriété en votre faveur? Comme lumière, comme disposition d'appareils, quels progrès avez-vous réalisés? Ce que vous faites avec du gaz courant, des hydrocarbures et de l'oxygène, tout le monde peut le faire; il n'y a point là matière à brevet. Si la lumière oxygénée était adoptée, il n'y aurait nulle raison pour que vous en eussiez le privilége. On vous achèterait l'oxygène si réellement vos moyens de le produire vous appartenaient et permettaient de l'obtenir au meilleur marché possible. Hors de cela, où sont vos droits?

Vous posez votre entreprise au nombre des grandes industries qui ont changé la face du monde; mais cette prétention n'est nullement justifiée en tant que lumière oxyhydrique.

Sans doute, la production de l'oxygène à très-bas prix pourra être pour vous un titre de gloire, parce qu'elle constituera pour certaines applications industrielles un véritable progrès; et vous le savez bien, puisque vous êtes occupé à Commines à l'appliquer à la fabrication de l'acier, et là, le succès, dit-on, est bien près de couronner vos efforts.

Soyez les promoteurs des procédés économiques de fabrication de l'oxygène, si personne ne vous le conteste; mais cessez de regarder la lumière oxygénée comme votre invention; elle existait avant vous; vous ne lui avez pas fait faire le moindre progrès susceptible de la rendre usuelle, pratique. Vos efforts ont échoué dans cette application, non pas parce qu'il faut en France beaucoup de persévérance pour introduire et créer une industrie nouvelle, mais parce que vous avez cru possible l'application de l'oxygène à la lumière, sans avoir au préalable étudié, comme il convenait de le faire, toutes les difficultés contre lesquelles votre tentative allait échouer.

Note sur la transformation des matières fécales en engrais pulvérulent.

PAR FERDINAND JEAN.

L'emploi des matières fécales fraîches ou fermentées, bien que tous les agriculteurs en reconnaissent la valeur agricole, est cependant assez peu répandu en France. C'est principalement aux environs de Lyon et de Grenoble que les matières vertes sont utilisées; la courte-graisse ou excréments fermentés est largement employée dans le nord de la France. En Belgique, aux environs d'Anvers, les agriculteurs apprécient assez cet engrais pour le payer jusqu'à 15 francs le mètre cube, tandis qu'à Lyon et à Grenoble il ne vaut que de 2 à 4 francs le mètre cube.

L'odeur et l'aspect répugnant, la difficulté des transports et de l'épandage sont les principales causes qui s'opposent à la généralisation de l'emploi de l'engrais humain.

La fabrication de la poudrette a eu pour but d'obvier à ces inconvénients. Le transport et l'épandage sont en effet devenus d'une pratique facile, les matières ont perdu leur aspect repoussant ; aussi, l'emploi des matières fécales sous forme de poudre (*pulvis stercoreus*) a-t-il pris une grande extension. Mais, si l'on considère que dans cette fabrication les matières fécales ont perdu, par une exposition de trois années au soleil et à toutes les intempéries, les neuf dixièmes de leur valeur agricole, que leur séjour en masses considérables sur certains points est une cause d'émanations des plus désagréables pour les pays environnants, que la poudrette donne, comme les matières vertes, naissance à de nombreux insectes qui vivent aux dépens des récoltes, qu'elle émet des gaz odorants qui s'imprègnent dans les stomates des plantes, que son action est tellement réduite qu'elle ne se manifeste pas toujours jusqu'à la floraison ou la fructification, on trouvera que le résultat est trop chèrement acheté.

De nombreux essais ont été tentés pour remplacer cette fabrication si préjudiciable à l'agriculture. Les Chinois semblent nous avoir précédés dans cette voie; ils font absorber les

matières fécales par de l'argile, divisent la masse produite en briquettes qui, séchées au soleil et pulvérisées, constituent, sous le nom de *taffo*, un engrais qu'ils emploient en grande quantité.

Il se fabrique actuellement en France et en Belgique, sous le nom de chaux animalisée (procédé Moselmann), un engrais à peu près analogue au taffo ; cette fabrication appliquée aux matières ayant déjà subi un commencement de fermentation ne nous paraît pas plus rationnelle que celle de la poudrette.

L'addition de chaux à des matières fermentées, contenant par conséquent une certaine quantité de sels ammoniacaux, a pour effet d'en dégager l'ammoniaque ; c'est donc une perte de matière fertilisante.

Le charbon, les terres calcinées, additionnées ou non de sulfate de fer ou de zinc, sont aussi employés pour désinfecter et agglomérer les matières fécales ; mais la difficulté d'obtenir dans un bref délai un engrais pulvérulent reste à peu près la même et la présence de ces substances étrangères d'une valeur à peu près nulle, comme matière fertilisante, augmente dans une forte proportion les frais de transport.

Ayant eu l'occasion de faire quelques essais pour la transformation rapide des matières fécales en engrais pulvérulent, je suis arrivé à un résultat que je crois devoir faire connaître dans la pensée qu'il ne sera pas sans intérêt pour les agriculteurs.

Dans 100 parties de matières fécales (bourbasse, 1 litre pèse 1.050 grammes) je verse 10 parties d'acide sulfurique à 66 degrés ; sous l'influence de cet acide, les matières s'échauffent, se désagrègent complétement, prennent une coloration brun-rouge et dégagent de l'hydrogène sulfuré et de l'acide carbonique. Dans ce mélange de consistance sirupeuse j'ajoute 13 parties de phosphate de chaux (coprolithes à 45 degrés), et, après avoir remué la masse pour faciliter la décomposition du phosphate, on y incorpore 50 parties de sciure de bois et enfin 27 parties de cendres de houille ou de bois. Ce mélange abandonné à l'air libre pendant 30 ou 40 heures, suivant la température de l'atmosphère, perd de 15 à 20 pour 100 d'eau ; il est alors pulvérulent et propre à être ensaché ou embarillé.

Cet engrais soumis à l'analyse a donné les résultats suivants :

Eau volatile à 100 degrés	14.8
Matières organiques et eau volatile à 200 degrés	53.6
Matières minérales	31.6

Il renferme 1.554 d'azote et 1.867 d'acide phosphorique soluble.

Les dépenses pour la préparation de cet engrais peuvent s'établir de la manière suivante :

100 kilogrammes	Matières fécales	0 fr.	40 c.
10 —	Acide sulfurique	1	20
13 —	Phosphate	0	78
50 —	Sciure	0	25
27 —	Cendres	0	25
	Main d'œuvre	1	»
200 kilogrammes		3 fr.	88 c.

Les 200 kilogrammes d'engrais, après avoir été exposés à l'air pendant trente-deux heures, ne pèsent plus que 170 kilogrammes. 170 kilogrammes reviendraient donc à 3.88 ou 2 fr. 28 les 100 kilogrammes.

La valeur commerciale de l'engrais est :

1.554 d'azote, à 3 fr. le kilogramme	4 fr.	65 c.
1.867 d'acide phosphorique soluble, à 1 fr. 10 c. le kilogramme	3	05
	6 fr.	70 c.

Avec une dépense de 2 fr. 28 on a donc produit 100 kilogrammes d'un engrais valant, à ne compter que l'azote et l'acide phosphorique, 6 fr. 70. Dans la poudrette l'azote est vendu à raison de 4 fr. 50 le kilogramme ; si l'on cote l'azote au même prix pour l'engrais phosphaté on arrive à un prix de vente de 8 fr. 90.

L'engrais préparé par ce procédé n'a rien de répugnant; l'odeur *sui generis* des matières fécales est modifiée, l'ammoniaque a été fixée par l'acide sulfurique, la dépense de l'acide

est compensée par la plus-value que le phosphate acquiert en passant à l'état de phosphate acide et l'on obtient en 48 heures, presque sans main-d'œuvre, un engrais pulvérulent, facile à transporter et à épandre.

Le sang, les détritus organiques de toute provenance, peuvent entrer dans la confection de cet engrais et le poussier de tourbe, le tan épuisé et séché peuvent se substituer en partie ou en totalité à la sciure. La fabrication de cet engrais serait des plus simples : les matières vertes, recueillies comme elles le sont en province, seraient versées dans de grandes cuves en bois placées sous une haute cheminée portant à l'intérieur et dans son parcours quelques paniers à claires-voies remplis de sulfate de fer rendu humide, pour absorber l'hydrogène sulfuré qui se dégage pendant la décomposition par l'acide. Les matières fécales, après avoir été mélangées, à l'aide de rables en bois ou d'agitateurs, avec l'acide, le phosphate et les matières agglomérantes, seraient déchargées sur un sol battu et couvert où en quelques jours, en ayant soin de renouveler les surfaces des tas, la dessiccation serait assez complète pour qu'on puisse ensacher ou embariller l'engrais. L'acide sulfurique à 66 degrés, dont le prix s'est élevé depuis quelque temps, serait remplacé par une quantité proportionnelle d'acide à 53 degrés.

Note sur le dosage du glucose (1).

PAR FERDINAND JEAN.

Dans leur travail sur l'*Action réciproque des protosels de cuivre et des sels d'argent*, MM. Millon et Commaille ont montré que le chlorure d'argent dissous dans l'ammoniaque donne, avec une solution d'un sel de protoxyde de cuivre, un précipité d'argent métallique dont le poids est proportionnel à la quantité de protoxyde de cuivre contenu dans la solution.

Dans la pensée que cette réaction pourrait être utilisée pour le dosage du glucose et l'analyse des sucres, j'ai fait les essais suivants :

Un décigramme de sucre pur, après avoir été interverti par une ébullition prolongée dans l'eau acidulée, a été soumis à l'ébullition dans une solution de sulfate de cuivre additionnée d'ammoniaque. La liqueur, restée limpide et colorée en bleu par l'excès de sel de cuivre employé, a été versée dans un verre à expérience contenant du nitrate d'argent ammoniacal ; il s'est produit immédiatement un précipité d'argent métallique blanc, en poudre très-ténue, qui, lavé et calciné, pesait $0^{gr}.157$. Je comptais obtenir un poids double d'argent, car un équivalent de sucre de raisin réduit 10 équivalents de sulfate de cuivre et par conséquent 5 équivalents d'argent métallique.

De nouveaux dosages faits avec la même quantité de sucre ont donné les poids suivants d'argent métallique : 0.177 — 0.159 — 0.140 — 0.152 — 0.146 — 0.157 — 0.147. Le poids n'est donc pas quantitatif et l'on n'obtient, en opérant dans ces conditions, qu'environ 2.1/2 équivalents d'argent pour 1 équivalent de sucre de raisin.

J'essayai alors de réduire une solution de sulfate de cuivre dans le cyanure de potassium. La liqueur portée à l'ébullition avec $0^{gr}.1$ de sucre, préalablement interverti, resta limpide et le nitrate d'argent ammoniacal donna des poids variables d'argent métallique : 0.231 — 0.210. Il faut, pour obtenir un précipité, avoir soin d'ajouter un excès de nitrate d'argent, parce qu'il se forme une quantité de cyanure d'argent dont les protosels de cuivre ne précipitent pas l'argent métallique.

Une solution de tartrate double de potasse et de cuivre additionnée d'ammoniaque n'a pas donné de résultats plus satisfaisants ; j'ai obtenu 0.216 — 0.237 d'argent métallique. La liqueur resta limpide ; la présence de l'ammoniaque empêche donc le protoxyde de cuivre de se précipiter, et cependant le protoxyde de cuivre obtenu par l'action du glucose sur la liqueur tartro-cuprico-potassique n'est que très-peu soluble dans l'ammoniaque.

J'ai obtenu des résultats tout à fait rigoureux en opérant de la manière suivante : $0^{gr}.1$ de sucre de canne tranformé en glucose a été ajouté à une solution de tartrate double de potasse et de cuivre, la solution contenue dans un petit ballon de verre a été portée à l'ébulli-

---

(1) Présentée à l'Académie des sciences le 11 décembre 1871.

tion ; il s'est formé un précipité de protoxyde de cuivre que j'ai dissous dans l'acide chlorhydrique ; j'ai ensuite rendu la solution fortement ammoniacale et l'ai versée dans un vase à précipité contenant une solution ammoniacale de nitrate d'argent. Le précipité lavé à l'eau ammoniacale et calciné pesait 0gr.314 ; dans deux autres dosages, j'ai obtenu 0.316 et 0.314. Le chiffre théorique est 0.315.

100 de sucre de canne correspondent donc à 315 d'argent métallique et 100 de glucose à 300 d'argent, c'est-à-dire que 5 équivalents d'argent correspondent à 1 équivalent de sucre.

Le procédé de titrage des sucres de M. Bareswill, modifié comme je l'indique, donnera des résultats plus exacts parce qu'on peut, sans inconvénients, employer un excès de la liqueur cuprique.

Un nouveau mode de blanchissage.

L'auxiliaire favori de la lavandière, mais l'ennemi déclaré du linge, c'est le sel de soude (carbonate de soude cristallisé). Mais le sel de soude, qui jouit d'un haut pouvoir détersif, a le défaut de ronger et détruire le linge quand on n'a pas la précaution d'enlever de celui-ci jusqu'aux dernières traces d'alcali. Même malgré ces soins, le linge finit bien vite par se déchirer au moindre effort, surtout celui qui a été confié à des blanchisseuses de métier.

Une nouvelle méthode de lessivage dont nous avons déjà parlé, généralisée en Allemagne, commence à se répandre en Belgique. Voici en quoi elle consiste :

Deux livres de savon sont délayées dans 25 litres d'eau aussi chaude que peut le supporter la main. On y ajoute ensuite une cuillerée d'essence de térébenthine et trois cuillerées d'ammoniaque liquide. On brasse le mélange à l'aide d'un petit balai, et l'on y trempe ensuite le linge pendant deux à trois heures, en ayant soin de couvrir le baquet aussi hermétiquement que possible. Le linge est ensuite lavé à l'ordinaire, puis rincé à l'eau tiède, et enfin passé *au bleu*, s'il y a lieu. La lessive peut servir une seconde fois; seulement, il faut la faire réchauffer et y ajouter de nouveau une demi-cuillerée d'essence de térébenthine et une d'ammoniaque. Ce procédé présente une économie de temps, de travail et de combustible. Le linge ne souffre presque pas, parce qu'il ne faut guère le frotter, et il est d'une propreté et d'une blancheur irréprochables. Malgré son action, l'ammoniaque ne ronge pas le linge, puisqu'il s'évapore immédiatement, et quant à la térébenthine, son odeur disparaît complétement par le séchage.

Oxydation du fer.

M. le docteur Calvert a communiqué tout récemment à la Société chimique de Londres plusieurs observations très intéressantes sur l'oydation du fer. La rouille est en grande partie du sesquioxyde de fer, et l'on a toujours supposé que les agents de sa production étaient l'humidité et l'oxygène. Mais il semble, d'après les expériences de M. Calvert, que l'acide carbonique doit concourir aussi à l'oxydation quand elle est un peu considérable. Dans l'oxygène sec, le fer ne se rouille nullement; dans l'oxygène humide, il se rouille peu et rarement, mais dans un mélange humide d'acide carbonique et d'oxygène, il se rouille très-rapidement. On observe des phénomènes analogues en plaçant un morceau de fer bien avivé dans de l'eau saturée d'oxigène ; l'invasion de la rouille est alors très-lente ; mais si l'on introduit, en outre, de l'acide carbonique, l'oxydation marche si rapidement, que l'on voit en très-peu de temps se former un précipité considérable.

Les champignons géants.

On voit, en ce moment, chez les marchands de comestibles, des champignons très-volumineux et très-délicats groupés ensemble.

Voici comment on les obtient :

On prend avec un pinceau humide les sporules du champignon ordinaire, et on les étend soit sur une lame de verre mouillée, qui peut être placée sur le porte-objet d'un microscope, de telle sorte qu'on peut observer les modifications que subissent les sporules pendant leur germination.

Ces sporules se développent en produisant un « mycélium » (le mycélium ou blanc de champignon est une préparation sèche, qu'on transporte partout, et qui contient, sous la forme de stries blanchâtres, les éléments du champignon), et quand elles présentent les caractères convenables, on les place dans du terreau.

Là, le développement continue, et, après avoir choisi le blanc de champignon le plus beau, on l'introduit dans un sol de cave que l'on recouvre d'une couche de sable de 25 centimètres d'épaisseur, sur laquelle on place une autre couche de plâtre de démolition de 15 centimètres.

On arrose le tout avec de l'eau renfermant en dissolution quelques grammes d'azotate de potasse.

Au bout de cinq à six jours on obtient des champignons très-volumineux groupés ensemble, d'une excellente qualité, d'un arome exquis et ne laissant rien à désirer au goût le plus difficile.

MÉDECINE DOSIMÉTRIQUE.

Du traitement de la fièvre.

Par C. LIEBERMEISTER,
Professeur à l'Université de Tubingue.

La théorie et la pratique du professeur allemand ayant la plus grande analogie avec nos vues, quoique nos méthodes diffèrent essentiellement, nous allons en donner ici un court aperçu. Nous ferons ensuite quelques réflexions en ce qui concerne les doses dosimétriques.

« Les expériences des pathologistes modernes ont prouvé en toute évidence que l'élévation de la température animale constitue le symptôme le plus important, pathognomonique, en quelque sorte, de la fièvre. Elles ont prouvé aussi que cette élévation est due à une exagération des décompositions chimiques dans la trame de nos tissus, avec destruction des matériaux de l'organisme. Or, cette oxydation exagérée finit par entraîner des conséquences fatal s. D'abord elle amène rapidement la consomption, l'affaiblissement de l'économie, parce que la digestion se trouvant ordinairement abolie ou profondément troublée dans la majorité des maladies fébriles, il y a manque de matériaux pour réparer les pertes nécessaires du corps. Cette conséquence est surtout à redouter dans les maladies fébriles chroniques, comme la phtisie ; mais dans les maladies fébriles aiguës elle offre peu d'intérêt en comparaison du danger auquel expose l'élévation considérable de la température qu'on observe dans ces maladies. Cette exagération du calorique animal exerce une action délétère sur les tissus, lesquels étant altérés dans leur composition chimique et dans leur organisation intime, ne peuvent plus remplir leurs fonctions. On observe, en effet, sur les cadavres d'individus morts par suite de la violence de la fièvre, des dégénérescences parenchymateuses dont l'étude est en rapport constant avec l'élévation plus ou moins considérable de la température observée pendant la vie. Ces dégénérescences sont particulièrement prononcées dans les maladies infectieuses, évidemment parce que dans ces maladies la température morbide est la plus élevée. Dans des maladies non infectieuses, où la température a monté à un degré aussi élevé, on remarque les mêmes dégénérescences ; par contre, ces dernières manquent absolument dans le typhus, la scarlatine, etc., quand la mort est survenue à la suite d'une complication autre que la chaleur excessive. D'ailleurs, le phosphore et bien d'autres poisons produisent les mêmes altérations que la température élevée.

Parmi les troubles fonctionnels résultant du changement matériel que l'élévation de la température détermine dans les tissus, deux groupes de symptômes se dessinent particulièrement et contribuent à l'issue funeste : 1° troubles de la circulation caractérisés par des contractions cardiaques plus nombreuses, mais plus faibles. Toutes les statistiques nous montrent, en effet, la fréquence et la faiblesse du pouls en rapport direct avec l'élévation de la température (sauf quelques cas exceptionnels où le système nerveux intervient d'une

façon particulière) ; 2° troubles cérébraux caractérisés par un abattement profond, le délire et le coma. Ces symptômes se manifestent chaque fois que la fièvre atteint une intensité particulière ou quand, avec une intensité moyenne, elle a une durée très-longue. Aussi on les observe tout aussi bien dans l'érysipèle, la pneumonie que dans la variole. Ils ne sont si intenses dans le typhus que parce que dans cette maladie la fièvre atteint sa plus grande intensité et a une plus longue durée. Quand la température atteint un degré extrême (42° C.), ou quand une température de 40° C. dure pendant un temps plus ou moins long, toutes les fonctions cérébrales sont abolies et la paralysie de la circulation et de la respiration amènent une fin fatale. L'élément morbide qu'il faut donc essentiellement combattre dans une fièvre grave, typhoïde ou autre, c'est l'élévation excessive de la température ou plutôt la cause qui la produit. Deux méthodes ont été reconnues aptes à servir à ce but, l'une, qu'on pourrait nommer *antithermique*, consistant dans les bains froids prolongés, indispensables dans certains cas, mais cette méthode, exigeant une certaine somme de réaction, ne saurait être employée quand la vitalité est prostrée.

L'autre méthode, dite *antipyrétique*, consiste dans l'emploi de certains médicaments qui opèrent la défervescence, c'est-à-dire qui combattent l'élément essentiel de la fièvre, et la décomposition exagérée des tissus.

A. — Le quinine, en faisant abstraction de son action dans les fièvres paludéennes, n'exerce une action apyrétique que dans les cas où on l'administre à très-haute dose. Pour un adulte je donne ordinairement 1 $^1/_2$ à 2 $^1/_2$ grammes de sulfate ou chlorhydrate de quinine (je ne fais aucune différence d'action entre ces sels). *Mais il est essentiel que cette dose soit prise en entier dans l'espace d'une demi-heure, tout au plus d'une heure.* L'effet serait considérablement amoindri si on la donnait en plus de temps. Cela est vrai à tel point qu'une dose beaucoup plus grande, mais partagée pour être prise en une demi-journée ou en vingt-quatre heures a à peine une influence appréciable sur la température. D'autre part, je ne fais jamais répéter cette dose *prodigieuse* avant que quarante-huit heures se soient écoulées. Je voudrais ensuite faire remarquer que, dans les cas où la fièvre offre spontanément de fortes rémissions, la quinine est beaucoup moins indiquée que dans les fièvres continues ou subcontinues, malgré que beaucoup de médecins professent une opinion diamétralement opposée.

L'effet favorable que la quinine produit dans les fièvres continues s'explique précisément parce qu'elle détermine une intermission, quelque passagère qu'elle soit. Là donc où ces intermissions se montrent spontanément, la quinine ne me semble plus à sa place.

Il est un fait connu, qu'une fièvre très violente, mais qui de temps à autre offre des intermissions complètes, est beaucoup moins dangereuse qu'une fièvre continue ou subscontinue d'une intensité modérée ; et j'ai remarqué que le même pronostic peut s'appliquer aux fièvres modifiées par la médication, suivant que cette dernière détermine des intermissions franches ou seulement un amoindrissement continu des symptômes. Voilà ce qui m'a poussé à tenter d'obtenir par les moyens apyrétiques des intermissions aussi complètes et aussi franches que possible. Je ne considère la dose de quinine comme suffisante que quand elle est parvenue à réduire la température à la normale : ainsi au dessous de 38° C. Quand une première dose de 1 $^1/_2$ à 2 $^1/_2$ grammes ne produit pas cet effet, je donne quarante-huit heures après une dose plus forte. Si cependant (et cela arrive assez souvent) une première dose avait réduit la température au-dessous de 37° C., je donnerais la prochaine fois une dose un peu moins forte. *C'est là, à mon avis, la meilleure façon d'approprier les doses aux individualités et aux idiosyncrasies.* J'ai aussi employé la quinine suivant cette méthode dans le typhus, la pneumonie (franche et asthénique), la variole, la scarlatine, l'érysipèle, le rhumatisme artilaire aigu, la pleurésie, la fièvre qui accompagne les suppurations, la phthisie floride avec fièvre intense et continue, la méningite cérébro-spinale épidémique, etc.

L'action antipyrétique (quand on observe bien) ne fait jamais défaut après l'emploi de hautes doses de quinine pendant un temps plus ou moins court; cependant dans quelques maladies, comme le rhumatisme articulaire aigu, la fièvre de suppuration, la variole, cet effet profond de la quinine paraît plus difficile à obtenir. Il existe même d'autres cas particulièrement graves et rebelles de maladies fébriles dans lesquels même une dose de 2 $^1/_2$ grammes ne suffit pas pour rétablir la température normale. Dans ce cas, il faut

s'adresser à d'autres médicaments apyrétiques ou à une combinaison appropriée de ces derniers pour atteindre ce but.

B. *Digitale.* — Pour l'action apyrétique je n'emploie cette substance que sous forme de poudre et de pilules, parce que ces formes me paraissent plus sûres, tandis que l'infusion qu'on administre ordinairement mérite peut-être la préférence lorsqu'il s'agit d'exercer une action sur les contraction du cœur. Quand on donne la digitale en substance il faut naturellement prescrire une dose plus petite que lorsque l'on se sert de l'infusion relativement plus faible. Je donne ordinairement $^3/_4$ à $1\,^1/_2$ grammes pour trente-six heures. Dans les maladies fébriles graves la digitale est d'autant moins indiquée que la fréquence du pouls est plus grande; elle paraît, dans ces cas de menace de paralysie cardiaque, pouvoir accélérer l'arrivée de cet accident. D'autre part, elle peut être employée avec succès dans le cas de typhus, aussi longtemps que les contractions du cœur ne sont pas trop fréquentes, ou du moins conservent encore de la force. Dans des cas particulièrement rebelles et désespérés, quand la quinine seule n'est pas parvenue à déterminer un abaissement suffisant de la température, on obtient ordinairement l'effet voulu par la combinaison de la digitale avec la quinine. On commence par administrer peu à peu, pendant vingt-quatre ou trente-six heures, $^3/_4$ à $1\,^1/_2$ gramme de digitale en substance, puis on donne immédiatement une dose complète de quinine (2 à $1\,^1/_2$ grammes). Quand de cette manière on a réussi à obtenir une fois une intermission franche, alors on y arrive dans la suite aussi avec la quinine seule.

C. *Vératrine.* — C'est un apyrétique qui mérite beaucoup de confiance quand elle est employée à dose suffisante. On obtient souvent par elle des intermissions alors que la quinine n'avait pas eu d'effet. Je fais ordinairement prendre des pilules de 0gr.005 chaque, toutes les heures une, jusqu'à ce qu'il survienne un état nauséeux prononcé, ou des vomissements. Généralement quatre à six pilules suffisent. Le collapsus qui, à cause de l'abaissement rapide de la température, succède facilement aux vomissements n'est pas dangereux, même pour les individus atteints du typhus. Il se dissipe rapidement par l'emploi du vin et d'autres analeptiques.

Quant aux autres antipyrétiques, je n'en possède pas des expériences suffisantes pour pouvoir me prononcer à leur égard. Je puis encore ajouter que le traitement antipyrétique, tant en ce qui regarde les bains froids que les médicaments, est un traitement excessivement actif et énergique, et qu'il faut l'appliquer avec beaucoup de suite, quand on veut en obtenir des résultats; de sorte qu'avant tout il faut un médecin intelligent pour l'instituer et le surveiller. Les succès éminemment pratiques que le traitement antipyrétique convenablement institué peut déjà produire prouvent plus que toutes les déductions théoriques que nous sommes dans la bonne voie. A l'hôpital de Basle, où le typhus est très-fréquent et malin, on avait suivi jusqu'en 1865 le traitement ordinaire, expectant, symptomatique, quand en août de cette année je pris la direction de la clinique; les bains furent régulièrement employés, mais rarement plus d'une fois par jour. A côté de cela on faisait usage de la vératrine et de la quinine, mais pas encore d'une manière si énergique et d'après des indications si précises que plus tard. Depuis septembre 1866, quand j'eus constaté les résultats remarquables obtenus par les professeurs Bartels et Jürgensen de Kiel, je commençai à employer les bains plus froids et plus fréquents, jusqu'à ce qu'enfin, à partir de 1868, la méthode que j'ai exposée plus haut (bain, quinine, digitale, vératrine) fut définitivement établie et fixée.

Statistique.

Années.	Malades.	Morts.	Mortalitté.
1° Traitement indifférent.			
1843 à 1853	444	135	30.4 pour 100
1854 à 1859	443	172	26.7 —
1860 à 1864	631	162	25.7 —
2° Traitement antipyrétiqne incomplet.			
Commencement de 1865 jusqu'en septembre 1866.	982	159	16.2 —
3° Traitement antipyrétique suivi.			
1867	339	33	9.7 —
1868	181	11	6.1 —
1869	186	10	5.4 —
1870	139	10	7.2 —

RÉFLEXIONS.

Ce qui résulte de la note que nous venons de transcrire, c'est la possibilité de juguler les fièvres continues par les modérateurs du pouls et de la température. Le chronomètre et le thermomètre, voilà donc les guides du praticien. Quant aux moyens à employer, il faut donner la préférence aux produits dosimétriques parce que l'emploi peut en être formellement surveillé et gradué selon l'état de la maladie et du malade. Aussi il est préférable de donner les alcaloïdes par milligrammes et coup sur coup (de quart d'heure en quart d'heure), plutôt que de risquer en une seule fois des doses aussi fortes que celles indiquées par le professeur de Tubingue. C'est en cela que notre méthode diffère essentiellement de la sienne.

Dans une prochaine lettre nous produirons des faits cliniques qui prouveront notre thèse.

Dr BURGGRÆVE.

Les lois de l'alimentation; importantes expériences.

M. le docteur Marvaud, professeur à l'Ecole de médecine militaire du Val-de-Grâce, a adressé à l'Académie de médecine un important travail intitulé : *Effets physiologiques et thérapeutiques des aliments d'épargnes*, ouvrage couronné par l'Académie des sciences, belles-lettres et arts de Bordeaux (1869-1870).

Nous y avons spécialement remarqué les passages suivants, que nous nous bornons à citer pour aujourd'hui :

« L'alcool agit directement sur l'appareil sensitif de la moelle et indirectement sur l'appareil moteur.

« Le café, le thé et le maté agissent principalement sur le cerveau.

« L'alcool et la coca doivent être envisagés comme des boissons musculaires, contrairement au café, au thé et au maté, qui sont des boissons intellectuelles. Les premiers excitent au travail des muscles; les seconds au travail de la pensée. » (Page 222). « ... L'alcool agit plus spécialement sur la sensibilité, la caféine sur l'intelligence. » (Page 173).

Nous voyons avec satisfaction que ces résultats et plusieurs autres exprimés dans le savant travail qui nous occupe sont à peu près identiques à ceux que nous avons obtenus et publiés nous-même, et qu'ils viennent confirmer les principes auxquels nous sommes arrivés, du moins dans leur partie essentielle, et que nous avons résumés comme il suit :

1° Il y a des aliments qui agissent spécialement sur les nerfs du mouvement et des aliments qui agissent spécialement sur les nerfs de la sensibilité;

2° Les aliments qui agissent spécialement sur les nerfs du mouvement influent spécialement sur l'intelligence;

3° Les aliments qui agissent spécialement sur les nerfs de la sensibilité influent spécialement sur les sentiments;

4° Il y a transformation de mouvement : les forces qui agissent spécialement sur les nerfs locomoteurs et les forces intellectuelles peuvent se transformer en sensibilité et en sentiments, et réciproquement;

5° Chaque aliment occupe une place intermédiaire entre ceux qui agissent le plus, soit sur les nerfs du mouvement, soit sur ceux de la sensibilité.

J'ai établi des séries d'expériences qui m'ont permis d'isoler les phénomènes et les influences, de déterminer les circonstances qui m'ont donné la facilité de les faire naître à volonté, et en généralisant je n'ai pas dépassé la catégorie des faits rigoureusement observés. Ayant donné à ces principes les bases scientifiques les plus sévères, je n'ai pas été surpris de voir des preuves nombreuses et diverses venir les étayer; mais je suis heureux d'en trouver d'aussi imposantes que celles que je viens de citer, et comme je continue des travaux dans le même sens, je tiens à en constater la priorité. Je rappellerai que le mémoire dans lequel j'ai exposé ces principes a été publié dans plusieurs feuilles importantes, entre autres dans les *Comptes-rendus* de l'Académie des sciences du 2 avril 1867, et présenté par M. J. Béclard à l'Académie de médecine, le 26 mars 1867; il se trouve également dans mon ouvrage sur les *Lois de la vie*, quatrième partie.

J. RAMBOSSON.

Élection d'un membre dans la section de Pharmacie de l'Académie de médecine.

Dans sa séance du 27 février dernier, l'Académie a procédé à l'élection d'un membre titulaire dans la section de Pharmacie.

La section présente les candidats dans l'ordre suivant aux suffrages de l'Académie :

En première ligne, M. Lefort ;

En deuxième ligne, M. Personne ;

En troisième ligne, M. Planchon.

En quatrième ligne, *ex æquo*, MM. Jeannel et Soubeiran.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants est de 72 et la majorité de 37.

M. Lefort obtient..................... 39 voix.
M. Personne.......................... 33 —

En conséquence, dit le *Bulletin* de M. G. Masson, qui avait oublié de mentionner cette nomination et qui a refait tirer la feuille 11 pour réparer cette omission, M. Lefort ayant obtenu la majorité absolue des suffrages est proclamé par M. le Président membre titulaire de l'Académie dans la section de Pharmacie. Sa nomination sera soumise à la sanction de M. le Président de la République.

A propos de cette nomination, on a fait courir sur les bancs de la docte assemblée le quatrain suivant, improvisé par un de ses membres :

L'Académie, en personne,
Vient de rendre un jugement
Juste et bon, assurément.
Qui peut en douter ? Personne.

Prix Orfila.

Dans la séance publique annuelle du 19 mars dernier, M. Buignet, rapporteur, a lu la décision de l'Académie sur le prix Orfila relatif à la digitaline et à la digitale.

Le prix Orfila, dit-il, est bisannuel et d'une valeur de 2,000 francs, mais, par suite d'ajournements successifs et en vertu des termes mêmes de la donation, le prix à décerner en 1870 était de 6,000 francs.

L'Académie a reçu trois mémoires.

Le mémoire inscrit sous le n° 3 était accompagné de plusieurs flacons, dont l'un contenait des cristaux sous forme d'aiguilles fines, blanches et brillantes, c'est-à-dire une substance si différente de tout ce qu'on connaissait jusqu'ici, sous le nom de digitaline, que la commission a considéré tout d'abord comme son devoir d'en vérifier la nature et d'en constater les propriétés.

En suivant les procédés indiqués par l'auteur, le rapporteur a obtenu et mis sous les yeux de l'Académie une substance cristallisée, identique avec la précédente, qui n'est autre que la digitaline pure, et que trois de nos collègues, MM. Gubler, Marotte et Vulpian, ont mise à l'essai. Ces essais ont montré, ainsi d'ailleurs qu'on devait s'y attendre, que la digitaline à l'état de pureté possède les propriétés de la digitale, mais avec une intensité d'action incomparablement supérieure.

L'auteur du mémoire n° 3 s'est donc distingué par une véritable découverte, et il a en même temps rendu un service signalé aux sciences biologiques et médicales.

L'Académie n'a donc pas hésité à décerner à l'auteur du mémoire n° 3 le prix Orfila, c'est-à-dire un prix de 6,000 francs.

Lorsque, après la lecture du rapport de la commission, le pli cacheté annexé au mémoire n° 3 a été ouvert en comité secret, le nom de l'auteur, M. Nativelle (de Bourg-la-Reine), a été salué par des applaudissements unanimes.

Un autre mémoire présenté au concours a également été récompensé. Le mémoire n° 2, dû à MM. le docteur Augustin-Eugène Homolle et Simon-Georges Homolle, interne des hôpitaux de Paris, a reçu une somme de 1,400 francs.

FAITS DIVERS.

Deux lettres d'Allemagne.

C'est d'abord de M. J. Volhard, de l'auteur même de la brochure sur Lavoisier, que nous avons reçu, en date du 5 mars dernier, une lettre toute amicale, dont nous allons citer quelques passages, car ils sont en l'honneur de Lavoisier.

M. Volhard est un grand admirateur de ce chimiste, et c'est à tort que l'on croit le contraire en France.

« Vous m'avez envoyé, nous écrit-il, le dernier numéro de votre journal estimé contenant une traduction de mon étude sur Lavoisier. Je suis bien sensible à cette attention de votre part. Autant que je suis capable d'en juger, cette traduction me paraît très-bien faite. Je suis bien content que vous ayez ajouté en même temps ma réponse aux chimistes russes, qui ne laissera aucun doute que mon étude n'a rien à faire avec des animosités nationales dont on ne savait rien avant la guerre. D'ailleurs, cette animosité, qui n'était que trop naturelle durant la guerre, s'est passée entièrement avec la guerre, au moins chez nous autres Allemands, et nous espérons qu'elle se passera aussi en France beaucoup plus vite qu'on ne veut le croire aujourd'hui. Aussi, nous saluons votre journal comme témoin d'un commencement de relations amicales entre les savants des deux nations. Quant à Lavoisier, on ne veut pas comprendre que je ne voulais rien moins que nier ou dénigrer les mérites immenses de cet homme d'une ingéniosité presque sans pareille, mais mettre en évidence les conditions d'une influence aussi féconde sur la science. Je ne sais trouver dans mon étude les violences dont M. Berthelot (voir le *Temps*, du 21 février 1872, et *Moniteur scientifique*, même mois, page 180) parle.

M. Berthelot proclame dans son article des principes qui nous sont entièrement sympathiques. Combien nous aurions salué ces manifestations si M. Berthelot avait eu le courage de les énoncer avant la guerre. Il n'y aurait pas eu de guerre (1) si, en France, quelques hommes courageux avaient fait entendre ces principes. »

Nous pensons que M. J. Volhard, en sa qualité de savant, veut parler des membres de l'Institut qui siégeaient au Sénat, tels que MM. Dumas, Élie de Beaumont, Charles Dupin, Claude Bernard et Nélaton ; mais on sait que ces grands politiques ont tous voté pour la guerre. Quant à M. Berthelot, n'étant pas de l'Institut, il est convenu qu'il n'est rien, et que son opinion ne peut avoir aucune valeur.

« Le *Moniteur scientifique*, continue M. Volhard, est rédigé avec beaucoup de savoir et d'habileté. C'est surtout l'indépendance de ce journal qui le rend indispensable au savant étranger, qui veut être informé sur l'état et le progrès des sciences naturelles en France et à l'étranger, » etc., etc.

Nous bornons là le contenu de la lettre de M. Volhard et lui faisons savoir que nous acceptons avec reconnaissance l'échange qu'il nous propose avec les célèbres *Annales de chimie et de pharmacie*, de MM. Liebig et Völher, et qu'il sera procédé à cet échange dans les formes qu'il nous indique. — Inutile, je pense, de lui dire combien nous désirons qu'un apaisement ait lieu entre les deux nations, puisque nous l'avons écrit plusieurs fois dans le *Moniteur scientifique* (voir, entre autres, le *Moniteur scientifique* du mois de juillet 1871, p. 523).

Dr Quesneville.

D'autre part, M. Hofmann, le célèbre chimiste de l'Allemagne, nous adresse la lettre suivante que nous croyons devoir insérer comme un nouveau gage de réconciliation si désirable entre les deux pays.

Dr Q.

(1) Dans notre numéro du 15 juillet 1870, p. 657, nous avons protesté contre cette guerre, que nous avons considérée comme une folie impie et un attentat contre la science. Dr Q.

Berlin, 21 mars 1872.

Mon cher Monsieur Quesneville,

Je m'empresse de vous dire que le Comité d'administration de la Société chimique de Berlin, dans sa dernière séance, a accepté avec plaisir votre proposition relativement à l'échange de nos publications.

C'est avec bonheur que je salue cette proposition comme indication de la réconciliation entre la France et l'Allemagne scientifique.

Je vous remercie aussi de l'envoi des deux premiers numéros de votre journal et de votre intention aimable de me l'envoyer exactement, mais comme je crains que mes occupations présentes ne me permettent que rarement de faire des communications à votre journal pour motiver l'envoi d'un exemplaire, je vous prie de vouloir bien inscrire mon nom sur la liste de vos abonnés.

Agréez, mon cher Monsieur Quesneville, l'assurance de ma considération parfaite,

A.-W. HOFMANN.

Je vous adresse sous pli une leçon que j'ai prononcée il y a quelques mois.

Les troubles de la Faculté de médecine.

Au sujet de ce qui arrive en ce moment à un professeur de la Faculté, auquel on reproche d'avoir refusé son concours pour empêcher l'arrestation d'un fédéré qui se trouvait dans son service, nous rappellerons qu'à l'ambulance de la Société d'encouragement, rue Bonaparte, 44, le médecin ayant cherché à sauver des blessés fédérés en déclarant à la troupe qu'il n'avait pas un seul fédéré dans son service, — ce qu'il savait bien être inexact, — fut FUSILLÉ sans jugement et sommairement, et qu'un de ses amis qui intercédait en sa faveur ne dût son salut que parce qu'il était le cousin de l'abbé Moigno, l'aumônier de ladite ambulance.

Voilà ce qu'on gagne en temps de révolution à faire du zèle n'importe pour quel motif.

PUBLICATIONS NOUVELLES.

Mammifères et Oiseaux. — Caractères, mœurs, instincts, habitudes et régime, chasses, combats, captivité, domesticité, acclimatation, usages et produits.

L'ouvrage formera environ 400 livraisons de 16 colonnes grand in-8°, imprimées en caractères neufs, et sera illustré de plus de 1,500 figures, physionomies d'animaux, scènes, types, et de 80 grandes planches tirées hors texte, sur papier teinté, fabriqué par la papeterie du Marais.

Il paraît : 1° chaque semaine deux livraisons à 10 centimes, depuis le 1er février 1868. — 2° Toutes les cinq semaines, une série de 10 livraisons, avec couvertures imprimées, au prix de 1 franc, à Paris, et de 1 fr. 20 dans les départements, franco par la poste.

Les 80 grandes planches, sur papier teinté, formeront 20 livraisons à 10 centimes, avec couvertures imprimées, et seront publiées concurremment avec le texte.

On peut souscrire dès aujourd'hui pour 100 livraisons ou 10 séries, avec les 5 livraisons de planches correspondantes, soit 10 fr. 50 pour Paris, et 12 fr. 50 pour les départements.

En vente le tome Ier complet, grand in-8°, XXVI-766 pages, avec 350 figures intercalées dans le texte et 19 planches hors texte. — Le tome II complet, grand in-8° de 800 pages, avec 400 figures intercalées dans le texte et 21 planches hors texte. — Le tome III (ou tome Ier des oiseaux) complet, grand in-8° de XXVI-792 pages avec 213 figures intercalées dans le tesxte et 19 planches hors texte.

Prix de chaque volume.

Broché..	10 fr. 50
Cartonné, toile rouge, avec fers et vignettes, tranches dorées.	14 »
Relié en demi-maroquin rouge, tranches dorées, très-soigné.	15 »

La Vie des animaux, illustrée, très-accessible, très-claire d'ailleurs par la méthode et par la simplicité de l'expression, est d'un ordre, nous ne dirons pas plus élevé, mais plus spécial que les livres de pure vulgarisation, où le pittoresque et l'amusant dominent; livres écrits en vue de la jeunesse et des gens du monde. L'auteur de la Vie des animaux est plus sérieux, plus scientifique, sans pour cela cesser d'être intéressant.

Rien n'offre plus d'attrait que l'étude de l'ornithologie; rien n'est plus joli que les oiseaux, adorables créatures qui peuplent, animent égaient les grands bois sourds, filant dans les halliers sombres comme des flèches lumineuses; sans eux, sans leur présence, la nature est morne et comme insensible.

Pour l'oiseau, la vie, le mouvement, c'est la même chose; il s'agite perpétuellement, il est chargé de porter partout le chant, la couleur, la grâce, la joie.

La plupart des auteurs ornithologistes lui ont refusé l'intelligence, c'est suivant nous une grave erreur qu'il ne devrait pas être permis de soutenir lorsqu'on les a étudiés de près, lorsqu'on les a vus, pour diverses raisons, modifier la forme de leur nid, éviter les embûches qui leur sont tendues, essayer leurs forces et se préparer par des sortes de répétitions aux grandes migrations, prévoir le temps, etc.

Dans une introduction remplie de curieux, instructifs et amusants renseignements, l'auteur dit ceci : « Les oiseaux sont donc indispensables sur la terre : ils maintiennent l'équilibre dans la série des êtres; ils empêchent surtout les insectes, ces ennemis si petits et si redoutables, de prendre la prépondérance. Une paire d'oiseaux peut nous rendre plus de services que tout un ordre de mammifères. Leur utilité ne peut s'estimer, tant elle est grande; mais elle doit justifier ces mots qui devraient être la devise de tout naturaliste, de toute personne instruite : Protection aux animaux. » — Il y a un plaidoyer complet à faire en faveur des doux chanteurs ailés que nous devons ranger parmi les plus modestes et les plus utiles défenseurs de l'espèce humaine. L'espace nous est mesuré, remettons à une autre fois les reproches qu'il nous faudrait adresser aux destructeurs imbéciles de ces utiles et charmants amis.

Nous n'avons parlé que des groupes intéressants de ceux qui habitent les bois et les champs, laissant de côté les espèces, rapaces très-inférieures sous le rapport de l'intelligence, souvent inutiles, sauf peut être le gypaète, supérieur à l'aigle, le plus sot et le plus féroce de tous ces lourds ravisseurs.

Un grand nombre de classifications ont été proposées, aucune n'est irréprochable. Des vingt-cinq méthodes successivement proposées et appliquées à l'étude des oiseaux, celle de l'auteur du livre dont nous parlons semble être une des meilleures, des plus claires.

Le superbe volume publié par M. Baillière a près de 800 pages et renferme quatre ou cinq cents gravures que nous avons examinées avec un vif plaisir. On regarde sans se lasser ces excellents dessins faits avec un soin, une minutie, une exactitude extrêmes, et supérieurement gravés par d'habiles artistes; on y reconnaît au premier coup d'œil les espèces qui nous sont familières, et on apprend à connaître celles qui vivent dans des climats différents du nôtre, sous d'autres latitudes.

Cette *Histoire des oiseaux* est le complément de l'*Histoire des mammifères* qu'ont publiée le même auteur et les mêmes éditeurs et qui ne le cède en rien comme attrait de curiosité et d'enseignement.

—

Traité élémentaire de chimie organique par M. Berthelot, professeur au collége de France et à l'École de pharmacie. — 1 volume in-8° de 604 pages. Prix : 15 fr. — Chez Dunod, libraire-éditeur, quai des Augustins, 49. Paris.

Voici la préface que l'auteur met en tête de ce volume qui ne peut manquer d'être accueilli avec une grande faveur par les savants et les nombreux élèves de l'auteur.

« Dans ce livre, résumé de douze ans d'enseignement, la chimie organique est exposée et coordonnée d'après la méthode de la formation successive des composés, depuis les corps simples jusqu'aux substances les plus compliquées. C'est l'application, sous forme élémentaire, des doctrines qui ont servi de base à mon *Traité de chimie organique fondé sur la synthèse,*

publié en 1860. L'importance de ces doctrines, très-controversée au début, est aujourd'hui acceptée par tout le monde ; elles ont pris un développement qui grandit chaque jour, et elles ont donné lieu aux découvertes scientifiques et industrielles les plus brillantes. Énumérer ces découvertes, ce serait faire l'histoire de la science elle-même depuis douze à quinze ans.

Le nombre des composés organiques qui ont été réellement préparés s'élève aujourd'hui à plus de dix mille; le nombre de ceux qui peuvent être fabriqués par les méthodes connues est littéralement infini; il est donc nécessaire d'adopter quelques principes simples de classification pour coordonner l'étude de ces composés. J'ai adopté comme principe général et dominateur la fonction chimique : en d'autres termes, j'ai partagé mon ouvrage en grandes divisions comprenant les carbures d'hydrogène, les alcools et les éthers, les aldéhydes, les acides, les alcalis, les radicaux métalliques composés, les amides enfin.

Cette division fondamentale, quelque simple qu'elle paraisse, n'avait cependant été appliquée dans aucun ouvrage avant mon livre de 1860. Elle représente la formation méthodique et la synthèse progressive des composés organiques, à partir des corps simples. Elle permet de formuler les lois générales de composition, les procédés généraux de formation et de réaction, avec plus de clarté et de simplicité, à mon avis, qu'aucune division fondée sur des principes différents. En un mot, je la regarde comme plus nette et plus propre à l'enseignement que la classification par séries homologues, proposée par Gerhardt en 1844; ou bien encore la classification établie sur l'histoire séparée de chaque série organique, présentée comme un ensemble homogène, dérivé d'un même corps principal, classification qui est en faveur dans la plupart des ouvrages les plus récents.

A plus forte raison ai-je cru devoir rejeter cette classification surannée qui repose sur l'extraction des substances organiques tirées des végétaux ou des animaux, classification qui remonte à près d'un siècle et qui s'est perpétuée jusqu'à ce jour dans la plupart des programmes d'examens. Cette persistance indéfinie des vieilles méthodes est devenue, en chimie organique, comme dans tant d'autres sciences, un obstacle bien difficile à surmonter pour l'instruction et le développement des générations nouvelles!

Les cadres généraux étant tracés, ainsi que leurs divisions principales, je me suis attaché à décrire avec détails un petit nombre de corps fondamentaux, envisagés comme les types de leurs classes respectives. Tels sont l'acétylène, le formène, la benzine, parmi les carbures d'hydrogène ; l'alcool ordinaire, la glycérine, les sucres, parmi les alcools, etc., etc. J'ai présenté l'histoire de chacun de ces corps d'après un plan d'exposition général susceptible d'être appliqué à tous les corps du même groupe : formation par synthèse et par analyse, préparation, propriétés physiques, action de la chaleur, action de l'hydrogène, de l'oxygène, du chlore, de l'eau, des hydracides ; enfin, action des acides et des bases. Tel est le cadre uniforme qui se retrouve dans l'histoire individuelle de chacune des substances décrites comme types, et qui peut être appliqué sans difficulté à toutes les substances analogues de moindre importance.

Parmi ces dernières, les plus intéressantes ont d'ailleurs été rangées et décrites sommairement, à la suite des composés fondamentaux, suivant toujours le même procédé, mais en quelque sorte en raccourci; car l'exposé régulier de tous les faits connus aujourd'hui en chimie organique exigerait une encyclopédie, comprenant au moins vingt volumes pareils à celui-ci. Ce que je me suis efforcé principalement de maintenir, c'est la généralité de la science au milieu de la description indéfinie des faits particuliers.

Heureux si la jeunesse, à laquelle le présent ouvrage est dédié, peut y trouver quelques secours pour cultiver son esprit par le travail, cette ressource première et dernière de la patrie et de l'humanité! »

Post-scriptum. — Par décret, en date du 15 mars dernier, M. Baudrimont (Ernest), pharmacien en chef de l'hôpital Sainte-Eugénie, a été nommé professeur de pharmacie chimique à l'École supérieure de pharmacie de Paris.

18861 Paris. — Typographie de RENOU et MAULDE, rue de Rivoli, 144.

LIBERTÉ. — ÉGALITÉ. — FRATERNITÉ. 289

LE MONITEUR SCIENTIFIQUE-QUESNEVILLE.

JOURNAL DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES.

Avec un Bulletin médical et de pharmacie.

LA SANTÉ ET L'HYGIÈNE.

JOURNAL MENSUEL.

ABONNEMENTS : **20** fr. par an FRANCO pour la France, **25** fr. pour l'étranger et **30** fr. pour pays d'outre-mer. — Chaque livraison : **2** francs.

On s'abonne chez M. le docteur QUESNEVILLE, rue de Buci, 12, à Paris.

364e Livraison. AVRIL. Année 1872.

SOMMAIRE.

Pages

Recherches sur la fermentation alcoolique et la nutrition du champignon de la levûre; par M. Adolphe Mayer........................ 291

Les odeurs, d'après les découvertes récentes de la chimie et de la physiologie; par M. F. Papillon.. 296

La chimie organique et la thérapeutique. Discours prononcé à l'Institut médico-chirurgical de Berlin par M. A.-W. Hofmann.............................. 307

Sur l'anthracène et ses dérivés (Suite); par M. E. Kopp.................. 319

Du caoutchouc et de la gutta-percha, spécialement étudiés aupoint de vue chimique; par M. T.-M. Blossom (Suite).................................. 327

Académie des sciences.. 335

SÉANCE DU 11 MARS. — Mémoire sur l'hydrodynamique des cours d'eau; par M. de Saint-Venant. — Sur l'aurore boréale du 4 février; par M. le maréchal Vaillant. — Sur les courbes aplaties; par M. A. Cayley. — Sur l'ozone; par M. Houzeau. — Moyen de protéger les habitations contre la fulguration; par M. W. Fonvielle. — Prédictions de tremblements de terre; par M. Combary. — Aurore australe à l'île de la Réunion; par M. A. Vinson. — Relations entre les aurores boréales et le mouvement de la lune; par M. de Parville. — Retour de M. Janssen; il rapporte des animaux au Muséum. — M. Boussinesq. — M. Cazin et sa méthode pour déterminer la quantité de magnétisme d'un électro-aimant. — Sur les densités de l'acide chlorhydrique; par M. Kolb. — Sur les relations entre les aurores polaires, les protubérances et taches solaires, et la lumière zodiacale; par M. Tarry. — Théorie géométrique du mouvement des planètes; par M. Resal. — Les expériences acoustiques de M. Mayer; antériorité de M. Kœnig à ce sujet. — Les dragages exécutés dans la fosse du Cap-Breton en 1871; par MM. Fischer et de Folin. — Changements de couleur que l'on peut provoquer chez les crustacés; par M. G. Pouchet. — La constitution des Pyrénées; par M. A. Leymerie. — M. Laussedat.................................. 335

SÉANCE DU 18 MARS. — Élection de M. Rolland, qui, porté un des derniers par ordre alphabétique, passe le premier à une majorité de 39 voix contre son concurrent M. Tresca, porté *hors ligne*, et qui n'obtient que 14 voix, ce qui est une gifle pour la section. — M. Chevreul, à propos d'une cristallisation de choux-fleurs, parle des obus des Prussiens et de la Commune de Paris. — Le chauffage des vins continue d'échauffer la bile du vigneron M. Vergnette. — M. Pasteur redouble de chaleur dans

Pages
la discussion. — M. Tarry. — Influence du froid d'hiver sur les graines végétales; par M. Duclaux. — Sur les spectres de l'absorption des vapeurs de soufre; par M. Gernez. — Sur les isomères de la trichlorhydrine, sur la diphénylamine; par MM. Girard et Delaire. — Observations de bile incolore; par M. Ritter. — Des greffes cutanées; par M. Ollier. — Les nouveaux observateurs de l'aurore boréale......... 339

SÉANCE DU 25 MARS. — Toujours le vin chauffé. — M. Paul Thenard s'échauffe à son tour. — Le général Morin rend compte d'expériences faites en Angleterre dans la *Commission des substances explosives*. — Découverte d'une nouvelle petite planète. — Considérations sur l'artillerie rayée; par M. Albenque. — Nouveau type de cristaux *idiocyclophanes*; par M. Jannetaz. — Nouvelle classe de combinaisons de la dulcite avec les hydracides; par M. G. Bouchardat. — Action du brome sur le protochlorure de phosphore; par M. Prinvault. — M. A. Baudrimont réfute l'assertion de M. Sacc au sujet des cendres des végétaux. — M. Triana adresse des remarques sur le *gonolobus cundurango*. — M. Feltz communique des faits curieux sur les fractions du tissu osseux. — De la putréfaction cadavérique; par M. Champouillon.................. 340

Note sur les inconvénients du procédé actuel de dosage de l'azote; par M. L. Kessler.. 343

Sur la théorie chimique de la dévitrification; par M. le docteur Benrath. 344

De l'emploi du silicate de soude dans la fabrication des savons; par M. Guido Schnitzer.. 350

Sur la préparation de l'argent pur; par M. le docteur Græger.......... 352

La fabrication de l'acide tartrique dans le sud de l'Allemagne; par M. le docteur Kurtz.. 354

Nouvelle méthode de dosage de la morphine dans l'opium; par M. J.-T. Miller.. 357

Les travaux récents de M. Ritter. — Analyse critique par M. Fernand Papillon.. 358

Faits divers.. 364

Réunion des délégués des Sociétés savantes. — Récompenses décernées dans la séance générale du 12 avril 1872 de la Société d'encouragement. — Affinage de l'or. 364

Rectification.. 368

Publications nouvelles.. 368

PUBLICATIONS NOUVELLES.

Leçons de chimie élémentaire appliquée aux arts industriels; par M. J. GIRARDIN, recteur de l'Académie de Clermont. — Cinquième édition, entièrement refondue, avec plus de 1,000 figures dans le texte.

L'ouvrage est divisé comme suit : I. Métalloïdes. — II. Métaux. — III. Principes immédiats et produits alimentaires. — IV. Matières textiles et matières tinctoriales. — V. Matières animales et fonctions organiques. — Le premier fascicule, ou volume de 505 pages in-8°, contenant les métaloïdes, est en vente chez G. MASSON, place de l'École de médecine, n° 17.

Leçons de chimie agricole. Études sur l'atmosphère, le sol et les engrais : par AD. ROBIERRE, directeur et professeur de chimie de l'École supérieure des sciences de Nantes, etc., etc., avec une introduction, par M. JULES RIEFFEL, directeur de l'École d'agriculture de Grandjouan. — Deuxième édition, entièrement refondue et augmentée de notions sur l'analise des matières fertilisantes. — 1 volume petit in-8° de 600 pages. Prix : 6 fr. — Chez G. MASSON, place de l'École de médecine, n° 17.

Le lendemain de la mort, ou la Vie future selon la science; par LOUIS FIGUIER. Ouvrage accompagné de 10 figures d'astronomie; de 468 pages. Quatrième édition corrigée et augmentée. — Chez HACHETTE et Cie.

RECHERCHES SUR LA FERMENTATION ALCOOLIQUE

ET

LA NUTRITION DU CHAMPIGNON DE LA LEVURE.

Par M. Adolphe Mayer.

(*Annales de Poggendorff*, année 1871, p. 293.)

Traduit de l'allemand pour le *Moniteur scientifique* par M. Auguste Guerout.

Les quelques pages que l'on va lire sont le résumé d'un mémoire (1) déjà publié ou en voie de publication, et dans lequel j'ai décrit mes expériences originales sur la fermentation alcoolique et le champignon qui la produit, c'est-à-dire le champignon de la levûre, *Saccharomyces cerevisiæ*. Les lecteurs auxquels je m'adresse ici sont pour la plupart étrangers aux questions purement physiologiques ; mais j'ai été encouragé à leur présenter les plus importants de mes résultats, par ce fait qu'il y a longtemps, et tout récemment encore, tout le monde scientifique a été pris à témoin dans la discussion de plusieurs des points que j'ai à traiter. Les phénomènes qui font le sujet de mes recherches présentent en effet, au moins en les envisageant d'une certaine manière, un intérêt très-général, même au point de vue physique et chimique; et, au point où en sont les choses, c'est à un nombreux public scientifique qu'il appartiendra de se prononcer définitivement sur les controverses encore flottantes. On comprendra que, dans le court espace si gracieusement mis à ma disposition dans ces annales, je ne puisse exposer tous mes résultats avec les observations qui s'y rattachent; je renvoie donc pour ces dernières au mémoire que j'ai cité.

En ce qui concerne la cause de la fermentation alcoolique, il est généralement admis aujourdhui que ce phénomène, autant que nous pouvons le savoir, est provoqué par la présence et le développement d'organismes végétaux inférieurs, appartenant à la classe des champignons, et dont le cryptogame de la levûre de bière est le principal représentant (2). M. Liebig lui-même, qui s'était montré le partisan le plus acharné de l'opinion contraire, vient de se rallier de la façon la plus évidente à cette manière de voir (3). Les controverses encore existantes se rapportent en partie, comme nous le verrons, au mode d'action de ces organismes. M. Liebig croit sauver le fond de ses anciennes idées sur l'action des ferments en admettant que c'est l'organisme actif qui produit le ferment; ses adversaires envisagent tout le procédé chimique de la fermentation comme le résultat immédiat de l'échange de substances qui se fait dans l'organisme vivant. Nous aurons plus tard à examiner l'exactitude de ces opinions; mais nous n'avons pas dès l'abord à nous préoccuper de cette question, car, quelle que soit sa solution, la marche de la fermentation n'en est pas moins dépendante de la nutrition de l'organisme qui la produit.

On voit donc bien toute l'importance que doivent avoir, au point de vue de la connaissance des conditions de la fermentation alcoolique, des recherches sur la nutrition du champignon de la levûre. Il nous suffira en outre d'indiquer que cette étude a une haute portée physiologique. Personne, après un peu de réflexion, ne doutera que, en étudiant à quel degré les différentes substances, principalement celles qui constituent les cendres, sont indispensables aux diverses classes d'organismes, nous n'ayons dû, dans chaque cas, déterminer les fonctions physiologiques de ces organismes. Si nous ne sommes pas allé bien loin dans cette voie,

---

(1) *Untersuchungen über die alkoholische Gæhrung*, Heidelberg, 1869, et *Landwirthschaftliche Versuchsstationen*, 1869, S. 443.

(2) Des recherches botaniques récentes ont mis hors de doute qu'il y a plusieurs espèces de cryptogames capables de produire la fermentation alcoolique. (Voy. Reefs, *Botanische Untersuchungen über die Alkoholhefepilze*, Leipzig, 1870.)

(3) *Ueber Gæhrung*, 1870, S. 30.

c'est que les phénomènes vitaux de la plupart des organismes sont tellement complexes, que la méthode différentielle, qui nous avait donné les meilleurs résultats dans les autres questions d'histoire naturelle, s'est montrée ici complétement impuissante. J'ai fait remarquer dans ma première publication sur ce sujet que, pour des raisons faciles à comprendre et sur lesquelles je ne veux pas m'étendre ici, les recherches sur la nutrition qui ont le plus de chance de succès sont celles qui portent sur les organismes les plus inférieurs, sur ceux dont le nombre de fonctions organiques est aussi limité que possible et avec lesquels il y a relativement peu de danger de provoquer des phénomènes secondaires. En un mot, de telles expériences sur les êtres de l'organisation la plus inférieure, il semble qu'on puisse déduire jusqu'à un certain point ce qui est nécessaire à d'autres êtres d'une organisation plus élevée et dans lesquels se trouvent réunies des fonctions connues.

C'est en partant de ce point de vue que j'entrepris mes nombreuses expériences sur la nutrition de la levûre de bière : sa liaison intime avec la fermentation alcoolique et la facilité d'observer l'intensité de ce phénomène fournissaient un moyen commode d'étudier le développement de cet organisme ; ce qui suit est le résultat de mes recherches :

Parmi les nombreux éléments des cendres que nous avons essayés comparativement, le *phosphate acide de potasse* seul est en relation intime avec cette fonction physiologique de la levûre qui détermine la résolution du sucre en alcool, en acide carbonique et en quelques autres substances. L'exclusion de ce sel produisait toujours en effet une diminution très-notable dans l'intensité de la fermentation. Le phosphate de soude ou d'ammoniaque, ou d'autres sels de potasse, ne pouvaient lui être substitués.

La *nutrition complète du cryptogame de la levûre* nécessite encore la présence d'autres éléments minéraux que le phosphate de potasse. Si à un mélange fermentescible contenant en proportions convenables de l'eau, du sucre et une matière azotée assimilable, on n'ajoute d'autres sels que le phosphate de potasse, il se produit, après addition d'une quantité minime de levûre, une fermentation assez violente; mais, au bout d'un certain nombre de générations, la constitution des globules de levûre est si incomplète que, même en présence des mêmes éléments nutritifs, elles ne sont plus propres à entretenir une violente fermentation.

Parmi les sels qui peuvent empêcher la dégénération du champignon de la levûre et qui, tout en n'étant pas en relation immédiate avec le phénomène de la décomposition du sucre, peuvent être considérés comme aliments de cet organisme, se trouvent les *sels de magnésie*. Les traces de *soufre* que contient toujours le sucre candi, même le plus pur, suffisent pour la nutrition des cellules, et tout porte à croire que la *chaux* n'est nullement indispensable. Toutes les autres parties constituantes des cendres n'ont aucune importance pour la nutrition de cet organisme.

Relativement aux considérations précédemment exposées, ces résultats montrent que les éléments minéraux nécessaires au cryptogame de la levûre sont dans un rapport très-simple avec ceux qu'exige le développement de plantes ou même d'animaux d'une organisation supérieure, ce qui confirme complétement les suppositions énoncées plus haut. Le fer, par exemple, et probablement aussi la chaux, éléments indispensables aux feuilles des végétaux d'un ordre élevé, sont complétement inutiles à la levûre de bière, et cela montre déjà clairement comment le degré de développement des fonctions d'un organisme influe sur le nombre de substances nécessaires à sa nutrition et comment des recherches comparatives de ce genre peuvent permettre de déterminer l'influence de tel ou tel corps sur telle ou telle fonction, ce que l'on eût vainement cherché à déduire de l'étude exclusive d'organismes doués de fonctions complexes.

Mes expériences sur le rôle des substances azotées dans la nutrition de la levûre ont ajouté ce qui suit à nos connaissances sur ce sujet :

Les *matières albuminoïdes* et beaucoup d'autres corps organiques azotés, compris sous la dénomination de corps *hautement organisés*, se sont montrés, dans tous les cas où on les a employés, *peu propres à la nutrition* du champignon de la fermentation alcoolique; des mélanges fermentescibles, ne contenant aucune autre substance azotée que ces matières albuminoïdes ou les autres corps ci-dessus désignés, n'ont jamais produit qu'une faible fermentation. Les *sels ammoniacaux* et les corps organiques azotés qui, par leur constitution, se rapprochent de l'ammoniaque (et ce sont sans doute les mêmes substances que celles qui peuvent fournir de l'azote aux plantes vertes d'une organisation supérieure), ces corps, dis-je, *sont parfaitement propres à fournir au cryptogame de la levûre l'azote qui lui est nécessaire,*

quoiqu'ils ne provoquent pas en lui un développement bien luxuriant et ne donnent pas lieu à une fermentation bien violente. La nutrition du champignon de la levûre, au point de vue de l'azote, n'est cependant *pas analogue à celle des plantes d'organisation supérieure à parties vertes*, car l'*acide nitrique*, la principale source d'azote pour ces dernières, est absolument incapable d'en fournir à la levûre.

De nombreuses recherches nous ont montré que la *pepsine*, préparée par le procédé français ou par celui de Wassmann, *est éminemment propre à la nutrition de la levûre* et à la production d'une violente fermentation alcoolique; la *diastase* du moût de bière est aussi un bon aliment azoté de ce cryptogame. Nous nous sommes assuré que *ce n'est pas à leur qualité de ferments* que ces corps doivent de pouvoir servir à la nutrition de la levure ; car l'ébullition, qui détruit leur propriété d'agir comme ferments, ne leur enlève pas leur pouvoir nutritif vis-à-vis de la levûre, et parmi les procédés de préparation de ces substances, encore inconnues comme individus chimiques, ceux qui donnent les meilleurs résultats au point de vue de leurs propriétés fermentantes, se trouvent souvent sans valeur lorsqu'on doit avoir égard à leurs propriétés nutritives, et *vice versâ*.

Les propositions qui précèdent sont presque toutes le résultat exclusif de mes recherches et n'ont pas encore été soumises à une discussion publique. Une seule, celle qui a trait à la faculté nutritive des sels ammoniacaux, a été d'abord énoncée par M. Pasteur (1), puis confirmée par M. Duclaux (2), et M. Liebig l'a tout récemment attaquée dans son mémoire déjà cité (3). Nous nous occuperons de ces attaques dans la note ci-jointe (4).

Quant à l'échange de substance entretenu par le champignon de la levûre, les résultats suivants me paraissent expérimentalement établis :

---

(1) *Annales de chimie et de physique*, t. LVIII, p. 381.

(2) *Comptes-rendus*, t. LIX, p. 450.

(3) Page 34 et suiv.

(4) Abstraction faite d'une série de spéculations théoriques auxquelles on pourrait, selon moi, en opposer d'autres, l'objection de M. Liebig n'est fondée que sur la non-réussite de quelques expériences sur les sels ammoniacaux, ou, suivant l'expression même de M. Liebig, « sur un argument négatif, qui, dans des recherches de cette sorte, n'éveille pas une bien grande confiance. » Il ne m'appartient pas d'expliquer ici la non-réussite des expériences de MM. Liebig et Nægeli sur les sels ammoniacaux ; je ferai seulement remarquer que, après l'observation de quelques précautions, les miennes m'ont réussi sans exception dans des *centaines* de cas, et que j'ai pu prendre ce résultat si bien marqué comme base de recherches ultérieures. Il est, du reste, facile à comprendre que ces chimistes n'aient pas réussi si, comme matière minérale, ils ont ajouté de la cendre (alcaline) de levûre de vin (voir mes *Recherches*, p. 61) ou s'ils ont opéré à la température de l'hiver, à laquelle sont très-sensibles les mélanges fermentescibles de sels ammoniacaux.

Pour ce qui est des arguments de M. Liebig et de sa critique des conclusions de MM. Pasteur et Duclaux, je me bornerai aux remarques suivantes :

1. La production de matières albuminoïdes aux dépens du sucre et de l'ammoniaque dans un organisme exempt de chlorophylle n'est en opposition avec aucune idée théorique ; dans les plantes qui contiennent de la chorophylle, ce n'est probablement pas cette dernière qui est cause de la production des matières albuminoïdes. (Voir mon *Traité de chimie agricole*, 1870-1871, p. 151.)

2. Il y a longtemps qu'on a donné de l'accroissement de la levûre dans sa nutrition par les sels ammoniacaux la preuve que M. Liebig considère comme décisive. (Voir mes *Recherches*, p. 59.)

3. La diminution du poids de la levûre, signalée par M. Liebig dans les recherches de M. Duclaux, n'est évidemment qu'apparente, car avant la fermentation on avait pesé aussi l'extrait de levûre. (Voir mes *Recherches*, p. 57.)

4. M. Liebig admet que dans des mélanges fermentescibles ne renfermant pas d'autre matière azotée que des sels ammoniacaux, il puisse se produire une fermentation lactique; il admet donc en principe que les sels ammoniacaux puissent servir à la nutrition d'un organisme analogue à la levûre (voir mes *Recherches*, p. 39) ; ce qu'il dit, en outre, de la formation des moisissures conduit évidemment à la même conclusion. (*Loco citato*, p. 40.)

5. J'ai réfuté ailleurs (*Landwirthschaftliche Versuchsstationen*, t. XI, p. 449) l'objection de M. Liebig à propos du soufre, que, d'après lui, M. Pasteur n'aurait pas ajouté à ses liqueurs ; il en est de même de cette assertion que la magnésie ne peut servir à doser l'ammoniaque dans des mélanges qui contiennent de l'acide phosphorique. (Voir mes *Recherches*, p. 56.)

6. On ne peut considérer comme une objection sérieuse ce fait que l'industrie n'a pas tiré et ne tirera probablement pas parti de l'accroissement de la levûre par l'ammoniaque, car je poserai cette question : ce qui est chimiquement possible est-il toujours industriellement pratique?

La nutrition de la levûre et la fermentation alcoolique ne se rattachent pas seulement à l'absorption par ce champignon de certains aliments azotés, elles sont encore invariablement liées à un véritable *déplacement moléculaire* de l'azote, c'est-à-dire que, dans la fermentation alcoolique, la levûre n'élimine pas seulement les substances non azotées, telles que l'alcool et l'acide carbonique, elle produit en outre régulièrement des *corps azotés* de nature inconnue et *qui ne peuvent plus serair à sa nutrition.*

Des recherches anciennes, déjà publiées antérieurement, faisaient pressentir ce résultat : elles avaient montré que, lorsqu'on emploie à plusieurs reprises la même levûre pour faire fermenter des quantités relativement considérables de sucre, les liquides obtenus contiennent des matières azotées relativement peu propres à fournir de l'azote à la levûre, tandis que l'extrait de levûre fraîche possède éminemment cette propriété. Ces prévisions prirent, à mes yeux, le caractère de la certitude à la suite de nouvelles expériences : je préparai plusieurs mélanges fermentescibles, ne différant les uns des autres que par la quantité de matière azotée qu'ils contenaient (et il doit en falloir très-peu pour produire une fermentation aussi intense que possible), et je démontrai que, si on opère régulièrement le renouvellement du sucre et l'enlèvement des corps non azotés produits, celui des mélanges qui se montre le premier impropre à la nutrition de la levûre est celui qui contenait le moins d'éléments azotés. Ces résultats, joints à ce fait connu depuis longtemps, que, dans ces mêmes circonstances, la levûre devient, non-seulement d'une manière relative, mais encore d'une manière absolue, de plus en plus pauvre en azote, prouvent d'une façon décisive que, dans la fermentation alcoolique, il se produit un déplacement moléculaire de l'azote dans le sens indiqué plus haut.

Enfin, quant à la question principale de la discussion, à la nature de la relation qui existe entre la nutrition de la levûre et la cause de la fermentation alcoolique, toutes mes expériences m'autorisent à en donner la théorie suivante. Je dois prendre pour point de départ un principe en apparence étranger à la question qui nous occupe.

Le contact de l'oxygène libre n'est nullement nécessaire à la vie et à l'accomplissement des fonctions normales du champignon de la levûre (du moins dans la période de végétation qui seule ait à nous occuper). — Les conditions d'existence de ce cryptogame se distinguent en cela decelles de presque tous les autres organismes et même de celles de tous les champignons dont les procédés de nutrition ont été quelque peu étudiés : il ne respire pas comme le font les plantes et les animaux d'un ordre élevé ou comme les organismes qui lui sont voisins, tels que les moisissures et les espèces analogues au mycoderma qui forment des pellicules sur les liquides. Il suit de là qu'on ne doit plus prendre à la lettre cette proposition, généralement admise depuis la découverte de la respiration oxygénée de toutes les plantes à parties vertes, *que l'absorption directe de l'oxygène est indispensable à tous les organismes, et cela d'autant plus que la vie est développée chez eux.* On peut cependant la mettre en harmonie avec toutes les recherches qui ont été faites dans ce vaste domaine, et, comme une conséquence de notre théorie bien éprouvée de la nature des forces qui sont ici en jeu, lui donner la forme suivante : *chaque organisme a besoin, pour l'accomplissement de ses actes vitaux, de l'aide de forces chimiques, et ces phénomènes vitaux eux-mêmes sont essentiellement caractérisés par la transformation de ces forces chimiques en chaleur ou en mouvement.* Le plus souvent ces forces chimiques ne sont autres que l'affinité de l'oxygène pour la matière organique, mais cela ne doit être considéré que comme un cas particulier de la loi générale, et les forces dont nous parlons peuvent tout aussi bien être représentées théoriquement et de fait par les affinités qui se trouvent mises en liberté *dans les décompositions intimes des corps organiques, à l'abri du contact de l'oxygène.*

Si on adopte cette modification, théoriquement si minime, de la proposition dont nous parlons, tout le phénomène de la végétation de la levûre dans la solution de sucre rentre dans la catégorie des échanges de matière que nous observons dans les organismes d'un ordre élevé, et l'on a ainsi la clef de la série de phénomènes que présente la nutrition de la levûre : le dédoublement d'un hydrate de carbone en alcool et en acide carbonique est intimement lié avec une perte de forces chimiques ; l'alcool formé a une chaleur de combustion de beaucoup inférieure à celle qui correspond à la quantité de sucre qui l'a produit dans la

fermentation. Ce dédoublement présente donc, dans le sens que nous avons indiqué, la plus grande analogie avec un phénomène de combustion, et on pourrait peut-être, pour rappeler cette analogie, le désigner par le nom de *combustion intérieure*.

Appliquons maintenant cette analogie à un cas bien déterminé. Le *protoplasma*, cette partie visqueuse ou granuleuse (probablement) riche en albumine, du liquide cellulaire, et dont semblent dériver directement ou indirectement tous les phénomènes vitaux des plantes, est, dans les végétaux auxquels l'oxygène est nécessaire, le siége des phénomènes de respiration. C'est un fait connu des physiologistes que, lorsque le protoplasma donne naissance à de nouvelles formations, c'est-à-dire produit aux dépens de son élément sucré de nouvelles parois cellulaires, il s'opère nécessairement en lui une combustion d'une certaine intensité, et que, en vertu de cette combustion, les organes végétaux, riches en protoplasma, qui se trouvent dans un état de développement bien marqué, c'est-à-dire dans lesquels il se forme de nouvelles cellules, entretiennent une respiration fort active. La formation de la cellulose, aux dépens des parties sucrées du liquide cellulaire, est un phénomène dont nous ne connaissons pas encore le mécanisme chimique, mais il est étroitement lié avec un autre mécanisme chimique, en vertu duquel une grande partie de la matière organique du protoplasma se trouve détruite par oxydation.

En considérant les choses de plus près, on voit que la formation de nouvelles cellules de levûre s'opère d'une façon tout à fait analogue. Là aussi la formation de la cellulose des nouveaux bourgeons, aux dépens d'un protoplasma sucré, est invariablement liée avec un autre phénomène chimique; mais ce dernier ne consiste plus en une *combustion complète* d'une autre partie du contenu organique de la cellule, il consiste alors en une *décomposition intime* d'une autre partie du sucre de la cellule en produits à des degrés inférieurs ou supérieurs d'oxydation; dans ce cas, comme dans celui de la combustion, il y a perte de forces chimiques. La généralisation que nous avons faite nous permet ainsi de faire rentrer dans une classe de faits connus un phénomène naturel énigmatique par lui-même, et d'établir avec une grande probabilité la relation qui existe entre la cause de la décomposition du sucre et le développement de la levûre.

On ne sait pas combien de parties en poids de matière organique doivent être détruites, dans le premier cas, celui de la respiration oxygénée des plantes, pour donner naissance à une partie en poids de cellulose; mais, en tout cas, — en poursuivant le parallèle que nous avons tracé, — la quantité de sucre qui doit se décomposer en alcool et en acide carbonique, pour produire une partie en poids de la paroi des nouvelles cellules, nous semble *disproportionnellement grande* (1). Cependant, si on n'oublie pas l'idée sur laquelle reposait notre comparaison, et si on réfléchit que, dans le phénomène de dédoublement qui nous occupe, les forces chimiques en présence sont en bien plus petit nombre que dans le cas d'une combustion complète, cette disproportion apparente s'explique facilement par cette hypothèse toute simple que, dans les cas analogues, l'effet produit doit être proportionnel à la perte des forces chimiques.

Dans ce phénomène, il faut se représenter le sucre du liquide protoplasmique de la levûre comme contribuant d'une part à la formation de la cellulose et éprouvant de l'autre un dédoublement, et l'on doit admettre que, dans les conditions ordinaires de la fermentation d'un liquide sucré, cette perte de sucre est compensée par une absorption de ce corps aux dépens du liquide. Ce dernier procédé ne serait qu'un simple phénomène d'osmose.

Cette explication paraît la plus simple et la plus naturelle, et elle nous permet, comme un peu de réflexion suffit à le faire voir, de faire rentrer dans la manière générale d'envisager le phénomène des faits qui ont jadis suscité de grandes difficultés à M. Pasteur (2), et que M. Liebig (3) semble considérer comme des obstacles insurmontables pour la théorie de ce dernier : je veux parler de la formation d'alcool et d'acide carbonique aux dépens de la substance même de la levûre en l'absence de toute solution sucrée, en un mot de la fermenta-

(1) Voir Liebig, *Sur la fermentation*, p. 15.
(2) *Annales de chimie et de physique* (3), t. LVIII, p. 354.
(3) Voir *Sur la fermentation*, p. 14.

tion qui se manifeste dans la levûre seule, toutes les conditions de la végétation étant d'ailleurs remplies (1).

Au sujet de la manière dont M. Liebig envisage le même phénomène, je dois aussi me borner ici à quelques observations incomplètes. Tout en reconnaissant une relation entre la fermentation alcoolique et la nutrition de la levûre, ce chimiste cherche à appliquer ici l'ancienne théorie mécanique de la fermentation, en admettant que c'est la levûre qui produit le ferment capable de décomposer le sucre et en s'appuyant sur le fait que cet organisme produit un ferment analogue capable de convertir le sucre de canne en sucre de raisin.

A ces assertions on peut objecter que ce dernier ferment peut exister et exercer son action en dehors des globules, tandis que l'autre ferment tout hypothétique de M. Liebig n'a pas encore pu être séparé des cellules de levûre et que de nouvelles hypothèses sont nécessaires pour soutenir cette première supposition. Il résulte de l'expérience connue de Ludersdorff (2) et de mes récentes expériences qu'il faudrait apporter dans cette hypothèse des restrictions qui tendraient à en diminuer la probabilité. J'ai démontré en effet que les propriétés fermentantes de la levûre se détruisent à une température plus basse que le pouvoir d'interversion de l'espèce de ferment qu'elle produit; l'analogie sur laquelle reposait toute la vraisemblance de l'hypothèse de M. Liebig n'existe donc plus.

LES ODEURS

D'APRÈS LES DÉCOUVERTES RÉCENTES DE LA CHIMIE ET DE LA PHYSIOLOGIE.

Par M. Fernand Papillon.

Descartes, Leibniz et tous les grands esprits du XVII[e] siècle pensaient que les phénomènes sont tellement solidaires qu'il faut les expliquer les uns par les autres, et, en conséquence, que les sciences doivent être tenues fort rapprochées les unes des autres. C'était à leurs yeux la condition d'un progrès rapide et d'un lumineux développement. L'empirisme, qui a élevé avec une opiniâtreté systématique tant de barrières entre les diverses parties de la philosophie naturelle, a retardé beaucoup la constitution des connaissances qui résultent d'une réciproque pénétration de toutes les vérités. Aujourd'hui, par l'effet d'une tendance spontanée, ces barrières tombent, et la science de l'homme, dans ses rapports avec les milieux extérieurs, commence à apparaître dans son harmonieux dessin. Nous en avons déjà tracé plusieurs chapitres. Nous allons essayer, à propos des odeurs, d'en écrire un nouveau.

Cette étude nous donnera occasion de citer les travaux récents et peu connus de deux savants distingués, morts dans ces derniers temps, victimes de leur ardeur scientifique, l'un, M. Nicklès, professeur à la Faculté des sciences de Nancy, qui a été enlevé quelque temps avant la guerre, par une maladie contractée dans son laboratoire; l'autre, M. Liégeois, professeur agrégé à l'École de médecine de Paris, qui, après avoir dirigé une ambulance active à l'armée du Rhin, a succombé, il y a quelques mois, aux fatigues de la campagne. Leurs recherches sur l'odorat et les odeurs sont dignes de prendre place dans la science.

I.

Le siége de l'odorat ou de l'olfaction est la membrane pituitaire qui recouvre la paroi intérieure des narines. C'est une surface muqueuse, irrégulièrement plissée et où viennent s'épanouir, en terminaisons délicates, un certain nombre de nerfs. Cette membrane sécrète constamment, comme toutes les autres muqueuses, un liquide destiné à la lubrifier. Grâce aux muscles qui recouvrent la partie inférieure des narines, l'appareil olfactif peut être dilaté ou contracté exactement comme celui de la vision. Cela posé, le mécanisme de l'odorat est très-simple, il consiste dans le contact des particules odorantes et du nerf olfactif. Ces

---

(1) Je suis malheureusement forcé de me borner ici à cette indication et de renvoyer, pour les détails, à mon mémoire publié dans les *Landwirthschaftliche Versuchsstationen*.

(2) *Annales de Poggendorff*, t. LXVII, p. 408.

particules sont apportées par l'air à l'intérieur des fosses nasales et y rencontrent les fibres sensibles. Si l'arrivée de l'air est interrompue ou si le nerf est altéré, la sensation ne se produit pas. Les expériences de la physiologie ont établi en effet que les nerfs olfactifs (ou de la *première paire*) sont exclusivement dévolus à la perception des odeurs. La perte de l'odorat survient toutes les fois qu'on détruit ou qu'on blesse ces nerfs par un procédé quelconque, ou même lorsqu'on se borne à les comprimer. D'autre part, il est d'observation vulgaire qu'en mettant obstacle au passage de l'air dans les narines, on rend également impossible toute espèce de sensation olfactive. Ajoutons que la partie la plus sensible aux odeurs est celle qui se trouve dans la région supérieure des fosses nasales. Il y a, comme nous le verrons plus loin, des différences considérables touchant le degré de sensibilité de l'odorat, quand on passe d'un homme à un autre. Mais ce qui est plus singulier c'est que quelquefois, sans cause apparente, l'odorat fait complétement défaut. Dans d'autres cas il est insensible à l'action de certaines odeurs seulement, infirmité analogue à celle que les ophthalmologistes appellent *daltonisme*, et qui consiste à ne percevoir que certaines couleurs. On trouve dans les annales de la science le cas d'un prêtre qui ne sentait que le fumier et les choux pourris; celui d'une personne pour qui la vanille était complétement inodore. Blumembach parle aussi d'un Anglais qui avait tous les sens excellents, mais ne sentait point le réséda.

L'olfaction est tantôt volontaire, tantôt involontaire. Dans le premier mode, qui a reçu le nom de *flairer*, et qu'on emploie pour obtenir une sensation plus vive, on ferme d'abord la bouche et on exécute tantôt une large inspiration, tantôt une série d'inspirations brèves et saccadées. C'est alors qu'intervient l'appareil musculaire qui borde l'orifice des narines, pour resserrer cet orifice et le diriger en bas, de façon à augmenter l'intensité du courant d'air aspiré. Quand au contraire nous voulons *sentir* le moins possible, l'organe devient passif. Nous produisons par le nez de fortes expirations pour chasser l'air odorant, et l'inspiration, au lieu de se faire par les narines, a lieu instinctivement par la bouche.

L'odorat et les odeurs interviennent pour une part importante dans le phénomène de la gustation, c'est-à-dire qu'il y a une étroite liaison entre la perception des odeurs et celle des saveurs. L'analyse physiologique a mis en évidence ce fait que la plupart des saveurs que nous percevons proviennent de la combinaison des sensations olfactives avec un petit nombre de sensations gustatives. En réalité, il n'y a que quatre saveurs primitives et radicales : l'*acide*, le *doux*, le *salé* et l'*amer*. On s'en assure par une expérience bien simple. Si l'on se bouche les narines en goûtant un certain nombre de substances sapides, afin d'abolir ainsi la sensation olfactive, le goût perçu est réduit invariablement à l'une des quatre saveurs simples que nous venons de citer. Aussi, toutes les fois que la membrane pituitaire est malade, la saveur des aliments n'est plus la même; la langue ne perçoit plus que l'acide, le doux, le salé et l'amer.

Il s'agit maintenant d'entrer dans l'étude des conditions physiologiques et chimiques de l'odorat, et pour cela il est nécessaire d'examiner d'abord comment se comportent les substances odorantes vis-à-vis du milieu qui les sépare de nos organes. Prevost, le premier, dans un mémoire publié en 1799, sur les moyens de rendre sensibles à la vue les émanations des corps odorants, fit voir que certaines substances odorantes, concrètes ou fluides, mises sur une glace mouillée ou sur une soucoupe pleine d'eau, agissent immédiatement sur les molécules du liquide qu'elles touchent et les écartent plus ou moins en produisant un vide. Il pensa que ce moyen pourrait servir à rendre les odeurs sensibles à la vue et permettre de distinguer les corps odorants de ceux qui ne le sont pas. Ces mouvements des corps odorants à la surface des liquides, dont le camphre en particulier fournit un si curieux exemple, ont été étudiés dernièrement avec le plus grand soin par un physiologiste français, en vue de l'établissement d'une théorie des odeurs (1). M. Liégeois a examiné, dans ce dessein, la plupart des corps odorants, et il a constaté qu'ils exécutent presque tous à la surface de l'eau divers mouvements de giration et de translation analogues à ceux du camphre. Les uns se comportent exactement comme le camphre. De ce nombre sont l'acide benzoïque, l'acide succinique, l'écorce d'oranges amères, etc. Chez d'autres le mouvement s'arrête très-vite, car ils sont rapidement

(1) *Archives de physiologie*, de Vulpian, Charcot, etc.; première année, 1867.

entourés d'une couche huileuse où ils sont comme emprisonnés. Il en est qu'il faut réduire en poussière pour donner lieu au phénomène. Pour ce qui est des liquides odorants, M. Liégeois a eu l'idée d'en imprégner des semences très-légères et spongieuses, dénuées d'odeur, et il a constaté alors, en projetant ces semences sur de l'eau, que les faits de giration et de translation se produisaient comme avec les autres substances. M. Liégeois, d'un ensemble d'expériences méthodiquement suivies, conclut que les mouvements dont il s'agit ici doivent être attribués, non pas à un dégagement gazeux agissant par un effet analogue à celui du *recul*, mais simplement par la séparation et la diffusion rapide des particules odorantes au sein de l'eau. La volatilité des corps ne doit pas intervenir dans l'explication du phénomène. Celui-ci dépend exclusivement de l'affinité des fluides pour les particules odorantes et aussi pour celles de matière grasse. M. Liégeois a reconnu par exemple qu'une goutte d'huile, mise à la surface de l'eau, laisse échapper, sans diminuer sensiblement de volume, une énorme quantité de gouttelettes microscopiques qui se répandent dans la masse aqueuse. Les essences aromatiques donnent le même résultat. Quoique insolubles dans l'eau, elles ont une tendance énergique à s'y disperser, et il suffit que l'eau reçoive, sous forme de poussière extrêmement délicate, une très-petite quantité de leur principe odorant pour en acquérir tout le parfum. Les expériences de M. Liégeois témoignent d'une assiduité laborieuse et d'une louable sagacité. La science les a reçues avec satisfaction et, après en avoir tiré bénéfice, gardera le souvenir de l'auteur, enlevé dans la fleur de l'âge, à l'aurore d'une belle carrière de physiologiste et de chirurgien.

Il nous semblait, dit M. Liégeois lui-même, assister, dans ces expériences, à la formation des molécules odorantes. Ces fines parcelles répandues dans l'atmosphère et issues des corps odorants, que nous pouvons recueillir à la surface de l'eau, sont en effet les mêmes qui viennent frapper notre membrane pituitaire et nous donner la sensation des odeurs. Des faits, connus depuis longtemps, montrent d'ailleurs cette action en quelque sorte *révélatrice* de l'eau sur les odeurs. Le matin, quand la campagne est humide, quand les fleurs sont recouvertes des perles scintillantes de la rosée, il s'exhale de toutes les plantes un parfum plus suave et plus frais. Quand il a plu légèrement, c'est la même chose. Les végétaux, en même temps que leurs couleurs se relèvent, répandent des émanations plus embaumées. Dans le phénomène physiologique de la gustation, nous observons une influence du même genre. La salive se prête très-bien à la diffusion des principes odorants ; ensuite, les mouvements de la langue, qui étendent ce liquide sur toute la surface de la cavité buccale et augmentent ainsi la surface d'évaporation, sont évidemment de nature à favoriser la dispersion des principes odorants dont le rôle est, comme nous l'avons vu, considérable dans la perception des odeurs.

Or, dans le phénomène de l'olfaction, l'air agit à l'instar de l'eau. Il s'empare des molécules odorantes et les apporte au contact de notre membrane pituitaire. Il est le véhicule, le dissolvant des parcelles extrêmement ténues qui, en présence des fibres délicates du nerf, y provoquent un mouvement particulier se traduisant par les sensations les plus variées. L'oxygène et l'existence d'une proportion quelconque de molécules odorantes dans ce gaz, sont les deux conditions expresses du phénomène.

Tel est, du moins, le résultat des anciennes expériences et de celles qu'a exécutées dans ces dernières années M. Nicklès. Ce qui est curieux et digne d'attention, c'est la diffusibilité considérable et le degré de division que manifestent certains corps odorants. L'ambre gris fraîchement rejeté sur le rivage répand au loin un parfum qui est le guide de ceux qui recherchent cette précieuse substance. Les sources d'huile de pétrole se sentent à une distance très-considérable. Bartholin assure que l'odeur du romarin fait reconnaître en mer les terres d'Espagne bien longtemps avant qu'on les aperçoive. Tout le monde sait, d'autre part, qu'un seul grain de musc parfume un appartement pendant toute une année, sans perdre sensiblement de son poids. Haller raconte qu'il a conservé pendant quarante ans des papiers qu'un seul grain d'ambre avait parfumés, et qu'au bout de ce temps ils avaient encore leur odeur. Il remarque que chaque pouce de leur surface a été imprégné par $\frac{1}{2,691,064,000}$ de grain d'ambre, et qu'ils ont embaumé pendant 11,600 jours une couche d'air d'au moins 1 pied

d'épaisseur. Évidemment, il est impossible d'imaginer combien petite était la quantité matérielle de principe odorant contenue dans un volume déterminé de cet air. On conçoit sans peine que les physiciens invoquent de pareils exemples pour donner une idée de la divisibilité de la matière.

En effet, il s'agit ici de *matière émise* par les corps odorants. Cela montre qu'ils n'agissent point comme des centres d'ébranlement, déterminant des vibrations qui se propagent jusqu'à nos organes pour y exercer une influence purement dynamique. Cette émission de matière odorante avec le concours nécessaire de l'oxygène atmosphérique prouve aussi que les odeurs ne sont nullement comparables à la lumière ou à la chaleur, qu'il est permis de considérer d'une manière abstraite, dans l'espace immatériel et éthéré où elles se meuvent comme des énergies propres et agissant de loin. Les odeurs, pour être senties, doivent être reçues par l'oxygène et transmises par lui à l'organe de l'odorat. En un mot, l'odeur, c'est la molécule odorante même, tandis que la lumière n'est pas le corps lumineux.

L'oxygène exerce t-il une influence chimique sur les particules qu'il prend aux corps odorants? On l'ignore. On ne sait pas davantage de quelle nature est l'action qui a lieu au contact même de l'odeur et du nerf olfactif, si le phénomène est un pur ébranlement mécanique, ou s'il se passe là quelque décomposition chimique. En tous les cas, il est permis de conclure des faits observés que l'odorat et le goût sont deux sens éminemment distincts des autres, tant sous le rapport de la chose sentie que sous celui des notions que l'esprit retire de la sensation elle-même. La vue, le toucher et l'ouïe, *sens* en quelque sorte *physiques*, nous donnent l'idée des harmonies extérieures, des formes et des mouvements. Ils nous initient à la conception du beau et sont les vrais collaborateurs de l'intelligence. Le goût et l'odorat sont plutôt des *sens chimiques*, comme les appelle M. Nicklès. Ils ne s'exercent qu'au contact et ne réveillent en nous que des sensations dont la vie de l'esprit ne profite point. Tandis que les premiers sont le ressort des plus hautes fonctions, les autres ne servent qu'à l'accomplissement des actes nutritifs.

L'auteur érudit et compétent d'un livre sur les odeurs, publié dans ces dernières années (1), a cru pouvoir cependant établir une sorte d'esthétique des odeurs, plus ou moins analogue à celle des sons. Il a recherché les harmonies olfactives, espérant y trouver les éléments d'une espèce de musique. « Les odeurs, dit-il, semblent affecter le nerf olfactif à certains degrés déterminés comme les sons agissent sur les nerfs auditifs. Il y a pour ainsi dire une *octave* d'odeurs, comme une octave de notes; certains parfums se marient comme les sons d'un instrument. Ainsi, l'amande, l'héliotrope, la vanille, la clématite, s'allient très-bien, chacune d'elles produisant à peu près la même impression à un degré différent. D'autre part, nous avons le citron, le limon, l'écorce d'orange et la verveine, qui forment une octave d'odeurs plus élevée et qui s'associent pareillement. L'analogie se complète par ce que nous appelons demi-odeurs, telles que la rose avec le géranium rosat pour demi ton ; le petit-grain, le néroli suivi de la fleur d'oranger... A l'aide de fleurs déjà connues, nous pouvons obtenir, en les mélangeant dans des proportions déterminées, le parfum de presque toutes les fleurs. » M. Piesse a construit d'après ces idées des gammes d'odeurs parallèles aux gammes musicales et où l'on voit les odeurs qui s'accordent en même temps que celles qui ne s'accordent pas. Ainsi qu'un peintre fond ses couleurs, le parfumeur doit fondre ses arômes, et il n'y peut parvenir, selon M. Piesse, qu'en suivant les lois de l'harmonie et du contraste des odeurs. Cette théorie est certainement fort ingénieuse et mérite attention, mais elle soulève de graves objections. S'il y a une harmonie des couleurs et des sons, c'est que l'optique et l'acoustique sont des sciences de calcul, c'est que l'harmonie est ramenée ici à des rapports numériques et déterminés d'une façon absolue. Ces rapports, en ce qui concerne les odeurs, ne peuvent avoir d'autre fondement qu'une sensibilité capricieuse et relative. Ils ne sont pas susceptibles dès lors d'être formulés, et, à plus forte raison, d'être traduits en préceptes sûrs.

Il reste, pour compléter ces détails, à dire quelque chose des hallucinations de l'odorat, car ce sens, comme les autres, a ses aberrations et ses chimères. Les hallucinations de l'odorat ne sont presque jamais isolées; elles accompagnent celles de l'ouïe, de la vue, du toucher,

(1) Piesse, *Des odeurs, des parfums et des cosmétiques;* traduit par M. Reveil. 1865.

du goût, et sont d'ailleurs moins fréquentes. Les aliénés qui en sont atteints se plaignent d'être poursuivis par des émanations fétides, ou se félicitent de respirer les parfums les plus suaves. M. Lelut a cité le cas d'une folle de la Salpêtrière, qui prétendait sentir constamment une odeur affreuse provenant de la putréfaction de prétendus cadavres enterrés dans les cours de cet établissement. Les impressions sont le plus souvent très-pénibles. M. Brierre de Boismont raconte l'histoire d'une dame dont tous les sens étaient pris de délire. Chaque fois qu'elle voyait passer nne femme bien mise, elle sentait l'odeur du musc qui lui était insupportable. S'il s'agissait d'un homme, elle était douloureusement affectée de l'odeur du tabac, tout en reconnaissant que ces odeurs n'existaient que dans son imagination. Capellini rapporte qu'une dame qui ne pouvait, disait-elle, souffrir l'odeur de la rose, se trouva mal en recevant la visite d'une de ses amies qui en portait une, et cependant cette maudite fleur n'était qu'artificielle. Ces faits pourraient être multipliés ; mais, comme ils se ressemblent tous, il n'est pas nécessaire d'en citer davantage. Les dernières observations faites dans les établissements d'aliénés, entre autres, celles de M. Prevost à la Salpêtrière, ont montré, du reste, que les hallucinations et perversions de l'odorat sont plus fréquentes chez ces malades qu'on ne l'avait cru jusqu'ici, et que si, d'habitude, elles passent inaperçues, cela tient à ce que rien n'en dénote spontanément l'existence.

L'intensité et la délicatesse de l'odorat varient dans l'espèce humaine d'un individu à l'autre, et surtout d'une race à l'autre. Tandis que certaines personnes sont à peu près privées du sens olfactif, d'autres, dont l'histoire est rapportée dans les annales de la science, ont fait preuve d'une finesse et d'une étendue vraiment extraordinaires quant à l'appréciation des odeurs. Woodwart parle, par exemple, d'une femme qui prédisait les orages plusieurs heures d'avance, d'après l'odeur sulfureuse (due à l'ozone probablement) qu'elle discernait dans l'atmosphère. Les journaux scientifiques du temps rapportent l'histoire d'une jeune Américaine qui, sourde-muette et aveugle, recueillait et reconnaissait les plantes de la campagne d'après leur seule odeur. — Des exemples nombreux établissent d'ailleurs que chez les races sauvages ce sens est infiniment plus développé que chez les hommes civilisés. Au dire des voyageurs, plusieurs espèces d'Indiens poursuivraient leurs ennemis et le gibier à la piste.

Mais ce sont d'autres mammifères qui nous montrent l'odorat à son plus haut degré de perfection et de puissance. C'est chez les ruminants, chez quelques pachydermes, et surtout chez les mammifères carnivores, que la membrane olfactive acquiert la plus grande sensibilité. Buffon a caractérisé ces animaux, avec une justesse profonde, en disant qn'ils sentent de plus loin qu'ils ne voient, et que l'odorat est pour eux un œil qui voit les objets, non-seulement où ils sont, mais même partout où ils ont été. Ce qui est relatif à l'odorat du chien est trop connu pour que nous y insistions.

S'il est difficile d'accorder créance aux anciens historiens qui racontent que des vautours furent attirés d'Asie, dans les champs de Pharsale, par l'odeur des cadavres qui s'y trouvaient entassés après une bataille célèbre, il faut recevoir cependant les affirmations de naturalistes aussi bons observateurs que Alexandre de Humboldt, par exemple. Or, ce dernier rapporte qu'au Pérou et dans d'autres provinces de l'Amérique du Sud, quand on veut prendre des condors, on tue une vache ou un cheval, et qu'en peu de temps l'odeur de l'animal mort attire un nombre considérable de ces oiseaux, bien qu'auparavant on n'en vît point dans le pays. D'autres faits plus extraordinaires sont rapportés par les voyageurs. En général, il ne faut les accepter qu'avec la plus grande réserve, parce que, dans la plupart des cas, on attribue à l'odorat ce qui devrait être rapporté à la vue, laquelle est chez les oiseaux très-longue et très-perçante. Tout en faisant la part de l'exagération, il convient de reconnaître cependant que ces animaux ont l'odorat très-développé. Scarpa, qui a fait de belles recherches à ce sujet, a vu qu'ils refusent les aliments imprégnés de matières odorantes, et, chose curieuse, qu'un canard ne voulait avaler de pain parfumé qu'après l'avoir lavé dans un étang. Les échassiers, qui ont les plus gros nerfs olfactifs, sont aussi les oiseaux qui manifesteraient la plus grande sensibilité olfactive. — Les reptiles ont des lobes olfactifs volumineux qui permettent de croire qu'ils perçoivent aisément les odeurs, mais jusqu'ici on connaît peu les impressions dont ils sont susceptibles à cet égard. Les poissons ont également

une membrane olfactive. De tout temps les pêcheurs ont remarqué qu'on les attire ou qu'on les fait fuir au moyen de certaines substances odorantes jetées dans l'eau. Les requins et d'autres poissons voraces se rassemblent en foule et arrivent de très-loin autour d'un cadavre jeté à la mer. On dit même que, quand des blancs et des noirs se baignent ensemble dans des parages fréquentés par les requins, ces derniers convoitent et poursuivent plus spécialement les noirs dont l'odeur est forte. Les crustacés ne sont pas indifférents non plus aux émanations qui agissent sur les fibres olfactives. Tout le monde connaît le moyen qu'on emploie pour attirer les écrevisses et les prendre.

En ce qui concerne les animaux inférieurs, on n'a que des renseignements plus incertains encore, excepté cependant pour les insectes. Les entomologistes prétendent que l'odorat est très-subtil chez la plupart des insectes, et s'appuient à ce sujet sur des conjectures plausibles, mais ils ignorent encore quel est, chez ces animaux, le siége de l'olfaction. De la viande est-elle exposée à l'air, en peu d'instants les mouches apparaissent dans l'endroit où l'on n'en voyait aucune auparavant. Des cadavres d'animaux ou des immondices sont-ils abandonnés sur le sol, aussitôt arrivent les insectes qui se nourrissent de ces matières et y déposent leurs œufs. L'odorat seul paraît les diriger, à l'exclusion même de la vue, car si l'objet de leur convoitise est caché, ils parviennent aisément à le découvrir. Un fait curieux concernant l'odorat des insectes est offert par les espèces qui aiment les corps en putréfaction. On trouve dans nos bois une belle aroïdée, le *gouet* ou *pied-de-veau*, dont la fleur blanche répand une odeur fétide. Or, l'intérieur de cette fleur est très-souvent rempli de mouches, d'escarbots, de staphylins qui recherchent les détritus d'odeur infecte. On voit alors ces petites bêtes en quête de leur nourriture ou d'un endroit convenable pour pondre, s'agiter en tous sens, et n'abandonner qu'à grand'peine la corolle dont l'odeur les trompe.

II.

Après avoir vu ce que les physiologistes pensent de l'odorat et des conditions de la perception des odeurs, voyons ce que les naturalistes et les chimistes ont établi touchant ces dernières considérées en elle-même, quelle place ils assignent aux corps odorants et quelle nature ils leur attribuent. — Les trois règnes renferment des odeurs. Parmi les matières minérales, peu de solides, mais un certain nombre de liquides et de gaz sont doués d'odeurs plus ou moins fortes, d'ordinaire peu agréables et généralement caractéristiques. Ces odeurs appartiennent à des corps simples, comme le chlore, le brome et l'iode; à des acides, comme l'acide chlorhydrique, l'acide cyanhydrique; à des carbures d'hydrogène, comme ceux du pétrole; à des substances alcalines, comme l'ammoniaque, etc. Les odeurs qui se manifestent chez les animaux peuvent être rapportées presque toutes soit à des gaz hydrocarbonés ou hydrosulfurés, soit à divers acides solides et liquides provenant de la décomposition des graisses, soit à des principes spéciaux sécrétés par des glandes, comme le musc, l'ambre gris, la civette, etc. Les végétaux offrent une bien autre variété d'odeurs, depuis les plus douces jusqu'aux plus fortes, depuis les plus suaves jusqu'aux plus repoussantes. Les plantes absolument inodores sont très-rares, et plusieurs qui semblent l'être lorsqu'elles sont fraîches acquièrent par la dessiccation un parfum prononcé.

L'odeur des plantes est due à des principes très-inégalement répartis dans les divers organes, les uns solides, comme les baumes et les résines, les autres liquides et auxquels on donne le nom d'*essences* ou d'*huiles essentielles*. Dans la majorité des cas, l'essence se concentre dans la fleur, comme cela se voit chez la rose et la violette. Chez d'autres plantes, comme le vétiver et l'iris de Florence, la racine seule est parfumée. Dans le cèdre et le santal, c'est le bois; dans la menthe et le patchouli, c'est la feuille; dans la fève de Tonka, c'est la graine; dans la cannelle, c'est l'écorce, qui sont le siége des principes odorants. Quelques végétaux possèdent plusieurs odeurs tout à fait distinctes. Ainsi l'oranger en a trois : celle des feuilles et des fruits, qui donne l'essence connue sous le nom de *petit-grain;* celle des fleurs, qui fournit le *néroli*, et enfin l'écorce du fruit, d'où l'on tire l'*essence de Portugal.* — Un grand nombre d'odeurs végétales sont le privilége des plantes tropicales, mais la flore d'Europe en fournit une proportion considérable, et presque toutes les essences employées dans la parfumerie sont d'origine européenne. L'Angleterre cultive beaucoup la lavande et

la menthe poivrée. A Nîmes, les cultivateurs soignent particulièrement le romarin, le thym, l'aspic et la lavande. Nice a la spécialité de la violette. Cannes extrait toutes les essences de la rose, de la tubéreuse, de la cassie (acacia jaune), du jasmin et du néroli (1). La Sicile donne le citron et l'orange; l'Italie, l'iris et la bergamote.

Quelle est maintenant la nature chimique des principes odorants des végétaux? La chimie contemporaine les ramène presque tous à trois catégories de corps bien déterminés : aux *hydrocarbures,* aux *aldéhydes* et aux *éthers.* Nous allons essayer de rendre compte clairement de la constitution de ces trois genres de substances et d'en marquer la place dans le cadre de la science. Les hydrocarbures sont de simples combinaisons de carbone et d'hydrogène, comme, par exemple, les huiles de pétrole. Ils représentent les composés les plus simples de la chimie organique. Quant aux aldéhydes et aux éthers, leur composition est un peu plus complexe; outre le carbone et l'hydrogène, ils renferment de l'oxygène. Tout le monde sait ce que les chimistes entendent par un *alcool :* c'est une association définie d'hydrogène, de carbone et d'oxygène, ni acide, ni alcaline, pouvant être considérée comme résultant de l'union d'un hydrocarbure avec les éléments de l'eau. L'alcool ordinaire, ou *esprit de vin,* est le type de la plus importante série d'*alcools,* celle des alcools monoatomiques. Les chimistes le représentent par la formule C^2H^6O, pour indiquer que sa molécule provient de la combinaison de 2 atomes de charbon avec 6 atomes d'hydrogène et 1 atome d'oxygène (2). — Indépendamment des alcools, dont le nombre est grand et la complexité variable, la chimie organique connaît une autre classe de corps dont le vinaigre est le type et auxquels on donne le nom d'*acides organiques* pour marquer leur analogie avec les acides minéraux, tels que l'huile de vitriol ou l'eau-forte. — Or, chaque alcool, en perdant une certaine quantité d'hydrogène, donne naissance à un nouveau corps qu'on nomme un *aldéhyde,* et chaque alcool, en se combinant à un acide, engendre ce qu'on appelle un *éther.* Ces détails rapides permettent de concevoir exactement la nature chimique des essences ou huiles essentielles que les plantes élaborent dans leur tissu délicat. A part un petit nombre d'entre elles qui contiennent du soufre, comme les essences de la famille des crucifères, elles offrent toutes la même composition *qualitative :* carbone et hydrogène, avec ou sans oxygène. De l'une à l'autre seulement la proportion de ces trois éléments constituants change par des gradations régulières, mais de façon à correspondre toujours soit à un hydrocarbure, soit à un aldéhyde, soit à un éther. Ici, comme dans la chimie organique presque entière, tout est dans la quantité des principes intégrants. La qualité importe si peu à la nature que, en suivant toujours les mêmes lois et en se servant constamment des mêmes matériaux, elle peut, rien qu'en changeant les relations pondérales de ces derniers, donner naissance par des myriades de combinaisons distinctes, à des myriades de corps qui ne se ressemblent point les uns les autres. Les vertus singulières des éléments et les mystérieuses énergies que recèle la substance nous apparaissent dans un phénomène encore plus remarquable, auquel on a donné le nom d'*isomérie.* Deux corps, complétement dissemblables sous le rapport des propriétés, peuvent présenter absolument la même composition chimique sous le rapport qualitatif et quantitatif. Mais par quoi diffèrent-ils? demandera-t-on. Ils diffèrent par l'arrangement de leurs molécules. Le charbon et le diamant sont identiques quant à leur matière. Le phosphore ordinaire et le phosphore amorphe sont une seule et même substance. Or, les principes odorants des végétaux nous fournissent des cas d'isomérie extrêmement curieux. Ainsi l'essence de térébenthine, l'essence de citron, l'essence de bergamote, l'essence de néroli, l'essence de genièvre, l'essence de sabine, l'essence de lavande, l'essence de cubèbe, l'essence de poivre et l'essence de girofle sont des corps isomères, c'est-à-dire ayant tous la même composition chimique. Soumis à l'analyse, tous ces produits donnent des corps identiques en proportions identiques, c'est-à-dire, pour 1 molécule d'essence, 10 atomes de carbone et 16 atomes d'oxygène. C'est ce qu'indique leur commune formule $C^{10}H^{16}$. On voit comment

(1) Grasse et Cannes, qui sont les principaux centres de la fabrication des essences, produisent par an 150,000 kilogrammes de pommades et huiles parfumées, et à peu près 7000 kilogrammes d'essences pures de néroli, petit-grain, lavande, romarin et thym, ce qui représente une quantite de fleurs prodigieuse. L'eau de fleurs d'oranger se compte par millions de litres.

(2) Ou de l'éthylène C^2H^4 (qui se trouve dans le gaz d'éclairage) avec l'eau — $C^2H^4 + H^2O = C^2H^6O$.

ces faits d'isomérie prouvent que les qualités des corps dépendent bien plus de l'arrangement et des mouvements intérieurs de leurs petites parties, inaccessibles à notre investigation, que de la nature même de leur matière, et cela montre aussi combien nous sommes loin encore d'avoir pénétré dans les conditions premières de l'activité et de l'énergie des substances. — Parmi les essences odoriférantes que les chimistes rangent dans la classe des aldéhydes, il faut citer celles de menthe, de rue, d'amandes amères, de cumin, d'anis, de fenouil, de cannelle, de reine-des-prés, etc. Enfin les autres se rapportent à la grande série des éthers, dont la complication varie beaucoup, en dépit de la simplicité constante de leurs matériaux premiers.

Telle est la nature chimique de la plupart des principes odorants d'origine végétale. Mais la chimie ne s'est pas bornée à établir la constitution intime de ces substances : elle est parvenue à en reproduire artificiellement un certain nombre, et les composés ainsi fabriqués, de toutes pièces, dans les laboratoires, sont absolument identiques aux produits extraits des plantes. Les spéculations théoriques sur l'arrangement des atomes, qu'on accuse parfois d'être inutiles, contribuent non-seulement à faire mieux connaître les lois naturelles, ce qui est déjà quelque chose, mais de plus, comme l'exemple actuel le montre, elles nous donnent souvent la clef d'inventions éclatantes et précieuses. Un chimiste italien, qui travaillait alors en France, Piria, reproduisit le premier, en 1838, un principe aromatique naturel. Il prépara, au moyen de réactions inspirées par la théorie, un aldéhyde salicylique qui se trouva être l'essence de reine-des-prés (1) au parfum si pénétrant et si suave. Quelques années plus tard, en 1843, M. Cahours découvrit l'éther méthylsalicylique et montra qu'il est identique à l'essence de *Gaultheria procumbens* (2). L'année d'après, Wertheim composait de l'essence de moutarde en ne croyant préparer que de l'éther allylsulfocyanique. Ces découvertes firent sensation. Aujourd'hui le chimiste possède le moyen de créer beaucoup d'autres essences naturelles. Le camphre ordinaire, les essences d'amandes amères, de cumin et de cannelle, qui sont, comme nous l'avons vu, des aldéhydes, peuvent être préparés sans camphrier, sans amandes, sans cumin et sans cannelle.

Outre ces éthers et ces aldéhydes, dont l'identité avec les essences d'origine végétale est démontrée, il existe parmi les nouveaux corps de la chimie organique un certain nombre de produits formés par l'union de l'alcool ordinaire ou de l'alcool amylique avec divers acides, c'est-à-dire d'éthers, et qui possèdent des odeurs aromatiques plus ou moins analogues à celles de quelques fruits, mais sans qu'on puisse jusqu'ici affirmer que ces odeurs sont dues de part et d'autre aux mêmes principes. Quoi qu'il en soit, les parfumeurs et les confiseurs, plus industrieux et plus avisés que les chimistes, ont immédiatement tiré parti de ces propriétés. Les huiles aromatiques artificielles parurent pour la première fois à l'exposition de Londres de 1851. On y voyait une huile de poire (*pear oil*) répandant une odeur agréable de poire jargonelle et servant à aromatiser des bonbons. Ce produit n'est autre qu'une dissolution d'éther amylacétique dans l'alcool. A côté de l'huile de poires figurait l'huile de pommes (*apple oil*) ayant le parfum des meilleures reinettes, et obtenue en dissolvant l'éther amylvalérique dans l'alcool. L'essence la plus abondante était celle d'ananas qui n'est autre que l'éther butyrique ordinaire. On y remarquait aussi l'essence de cognac ou de raisins (*grape oil*) employée pour donner aux eaux-de-vie de mauvaise qualité l'arome si recherché de celle du cognac. Le produit qui faisait alors et qui fait encore l'objet de la plus importante fabrication, c'est l'essence de mirbane dont l'odeur rappelle tout à fait celle de l'essence d'amandes amères et que le commerce substitue bien souvent à cette dernière. L'essence de mirbane n'est autre que la nitrobenzine, laquelle provient de la réaction de l'acide nitrique sur la benzine. La benzine, à son tour, se rencontre parmi les produits de la distillation du goudron où l'on trouve aussi de quoi préparer les admirables couleurs dites d'aniline. — Outre les essences que nous venons de signaler et dont la fabrication prend une importance industrielle croissante, on prépare encore artificiellement de l'essence de coings, de l'essence de fraises, de l'essence de rhum, etc. Toutes ces drogues servent,

(1) *Spiræa ulmaria.*
(2) En parfumerie l'essence de *Wintergreen.*

il faut bien le dire, à aromatiser les confiseries, les liqueurs et les confitures qui font aujourd'hui l'objet d'un si grand commerce. En d'autres termes, les produits de l'industrie tendent de plus en plus à se substituer à ceux de la nature. En tous les cas, ces faits de synthèse des principes odorants comptent parmi les plus belles conquêtes de la chimie organique. La puissance créatrice du chimiste s'étend de plus en plus. Après les travaux de Piria, de Wertheim, et de M. Cahours sont venus ceux de M. Berthelot qui a réproduit les matières grasses de l'économie animale. On est en ce moment-ci sur la voie de fabriquer artificiellement du sucre. Si on y arrive, il ne restera plus qu'à opérer la synthèse des matières albumineuses pour s'être rendu maître complétement des procédés que suit la nature dans l'élaboration des principes immédiats. Ce don de réaliser son objet, qui est la prérogative de la chimie, est aussi un des plus forts arguments en faveur de la réalité des lois que nous établissons touchant le système des forces extérieures.

Linné, qui avait un esprit éminemment analytique et classificateur, n'a pas seulement rangé par ordre les végétaux et les animaux, il a classé aussi les maladies et même les odeurs. Il rapporte ces dernières à sept classes : les odeurs *aromatiques* comme celle des feuilles de laurier; les odeurs *fragrantes* comme celles des fleurs de lis, de jasmin, etc.; les odeurs *ambrosiaques* comme celles de l'ambre, du musc, etc.; les odeurs *alliacées* comme celle de l'ail; les odeurs *fétides* comme celles du bouc, de l'arroche puante, etc.; les odeurs *repoussantes* comme celles de plusieurs solanées et enfin les odeurs *nauséeuses*. Les dénomminations de Linné ont généralement prévalu dans le langage, mais on conçoit bien qu'elles ont une valeur de pure convention. Comme nous l'avons dit plus haut, il n'y a pas d'étalon pour la comparaison des odeurs. Nous ne pouvons les désigner qu'en les rapprochant les unes des autres, selon les degrés d'analogie qui existent entre les impressions qu'elles exercent sur notre membrane olfactive. Elles n'ont point de caractères susceptibles d'être définis avec rigueur. C'est ce qui fait aussi qu'il est impossible d'en donner une classification naturelle.

III.

Les sensations produites par les odeurs sont goûtées et appréciées de façons très-variables, quoique avec moins de diversité que les saveurs. « J'en ai vu, dit Montaigne, fuir la senteur des pommes, plus que les arquebusades. (1) » L'histoire rapporte que Louis XIV ne pouvait pas supporter les parfums. Grétry était vivement incommodé par l'odeur des roses; celle du lièvre faisait évanouir Mlle Contat. — Des odeurs qui nous répugnent, comme celle de l'assa-fœtida et de la racine de valériane font au contraire les délices des Orientaux, qui emploient ces substances comme condiments. Entre autres exemples singuliers rapportés à ce sujet par M. Cloquet, nous citerons celui d'une jeune fille qui trouvait le plus grand plaisir à respirer l'odeur des vieux livres, et celui d'un jurisconsulte à qui les exhalaisons du fumier procuraient une sensation des plus douces. Il n'est donc pas permis d'établir de règles générales en ce qui concerne l'influence des odeurs sur nos organes et la qualité des sensations qu'elles déterminent en nous. Néanmoins, au point de vue purement physiologique, il est certain que quelques-unes exercent une action constante. Chardin et d'autres voyageurs racontent que lorsqu'on enlève sur l'animal la poche qui renferme le musc, il faut que l'opérateur ait le nez et la bouche fermés au moyen d'un linge plié en plusieurs doubles, sans quoi il éprouverait de violentes hémorrhagies.

L'odeur du lis, de la narcisse, de la tubéreuse, de la violette, de la rose, du sureau, etc., lorsqu'elle a atteint un certain degré de concentration, exerce d'ordinaire une influence fâcheuse sur l'économie (2). Elle détermine des maux de tête plus ou moins violents, des syncopes, et quelquefois même des accidents plus graves. Les annales de la science renferment plusieurs cas de mort dus à l'action toxique de certaines émanations odorantes. On a remarqué que les plantes de la famille des labiées, comme la sauge, le romarin, etc., ne pré-

---

(1) Le fait auquel songeait peut-être Montaigne en écrivant cela est celui de Quercet, secrétaire de François Ier, qui se levait de table et fuyait sitôt qu'il y apercevait des pommes.

(2) Certaines odeurs qui à l'état de diffusion considérable ont un parfum agréable, acquièrent à l'état de concentration une odeur répugnante et parfois dangereuse. Cela est vrai surtout de la civette, du patchouli, des essences de néroli, de thym, etc.

sentent, sous ce rapport, aucune espèce de danger, et paraissent plutôt jouir de propriétés salutaires. — Il importe cependant de distinguer ici entre l'action, en quelque sorte purement dynamique de l'odeur, l'intoxication par l'essence et l'effet de l'acide carbonique dégagé par les plantes. Ces trois influences ont été souvent confondues par les auteurs qui ont enregistré les accidents survenus à la suite d'inhalations plus ou moins prolongées d'air odorant.

Cette action variable, tantôt salutaire, tantôt funeste, des odeurs sur le système nerveux, explique le rôle qu'elles ont joué de tout temps dans les diverses circonstances de la vie des peuples. Il faudrait un volume pour raconter l'histoire religieuse, politique, économique et galante des odeurs et des parfums. Nous devons nous borner à en résumer ici les principaux enseignements, en tant qu'ils se rattachent à la doctrine physiologique qui est le fond de cette étude. Car il y a certainement quelque chose d'instinctif au fond de ces coutumes universelles et constantes, qui nous montrent l'affinité de l'homme pour les odeurs. Sans doute, il y faut voir plutôt un raffinement de sensualité qu'un désir naturel, mais il est arrivé ici ce qui est arrivé pour les boissons, pour la musique, etc. L'habitude est devenue en quelque sorte une seconde nature, les sens ont pris goût à cette ivresse particulière qui les charme et leur dissimule de pénibles réalités.

C'est dans la religion que nous constatons en premier lieu l'emploi des parfums. On n'imaginait rien de noble ou de sacré sans y faire intervenir leur influence. Les parfums disposaient les dieux à écouter les vœux qu'on leur adressait dans les temples, où l'encens brûlait et répandait ses vapeurs embaumées. Dès la plus haute antiquité nous voyons les prêtres des diverses religions avoir recours à l'emploi des substances odoriférantes. Cinq fois par jour, les disciples de Zoroastre plaçaient des odeurs devant l'autel où brillait le feu sacré. Moïse, dans l'Exode, inscrivait la composition de deux parfums liturgiques. Les Grecs donnèrent aux odeurs une belle place dans leurs ingénieuses fictions théologiques. Ils croyaient que les dieux annoncent toujours leur apparition par une odeur d'ambroisie, ainsi que Virgile nous le dit en parlant de Vénus (1), et Moschus à propos de Jupiter transformé en taureau. L'emploi des parfums dans les cérémonies religieuses avait pour but de provoquer une sorte d'ivresse chez les prêtres et les prêtresses, et aussi de disimuler l'odeur du sang et des matières putrides résultant des sacrifices. La religion chrétienne emprunta au paganisme l'usage des parfums dans les cérémonies du culte. Il y eut même une époque où l'église de Rome possédait en Orient des terres destinées exclusivement à des plantations d'arbres fournissant des résines balsamiques.

En dehors de ces emplois, les odeurs en recevaient jadis de plus fréquents dans la vie privée. Rien ne nous étonne davantage, en lisant les auteurs de l'antiquité, que ce qu'ils racontent à ce sujet. Chez les Juifs, l'usage des parfums était contenu dans de justes limites par les prescriptions de la loi mosaïque, qui les réservait pour le culte. Mais chez les Grecs, il atteignit une extension et un raffinement excessifs. Ils renfermaient leurs habits dans des coffres odorants. Ils brûlaient des aromates pendant leurs repas ; ils parfumaient leurs vins; ils se couvraient la tête d'odeurs dans les banquets. Les parfumeurs avaient, à Athènes, des boutiques qui servaient de lieu de réunion. Apollonius, disciple d'Hérophile, a laissé un traité sur les parfums qui prouve que, même sous le rapport de l'extraction des essences, les Grecs étaient arrivés à une surprenante perfection. Ni les prohibitions de Solon, ni les anathèmes de Socrate, ne purent arrêter les progrès de cette passion. Les Romains en reçurent l'héritage de la Grèce et ajoutèrent aux parfums de l'Orient ceux de l'Italie et de la Gaule. Ils les employaient avec profusion pour parfumer leurs bains, leurs chambres, leurs lits et leurs boissons. Ils en répandaient sur la tête de leurs convives. Le vélarium qui recouvrait l'amphithéâtre était imprégné d'eau de senteur qu'il laissait tomber, sous forme de pluie suave, sur la tête du public. Les aigles romaines elles-mêmes étaient enduites des plus fines essences avant la bataille. Lors des funérailles de sa femme Poppée, Néron fit brûler sur le

(1) ....*Avertens rosea cervice refulsit*
Ambrosiæque comæ divinum vertice odorem
Spiravere...............................

bûcher plus d'encens que l'Arabie n'en produisait dans toute une année. L'on raconte aussi que Plancius Plancus, proscrit par les triumvirs, avait été trahi par les odeurs qu'il portait, et découvert ainsi aux soldats envoyés à sa recherche. — Outre les odeurs extraites de la menthe, de la marjolaine et de la violette, qui étaient les plus communes, les anciens employaient beaucoup les roses de Pœstum et divers aromates, tels que le nard, le mégalium, le cinnamone, l'opobalsamum, etc.

Il est curieux de remarquer que l'usage des parfums, apporté à Rome avec les mœurs grecques, fut apporté à son tour en France et dans le nord de l'Europe avec les mœurs latines, et principalement par la religion romaine. C'est, en effet, des cérémonies religieuses qu'il passa dans les cérémonies politiques, et de là dans la vie privée. Parmi les présents qu'Haroun-al-Raschid envoya à Charlemagne, se trouvaient beaucoup de parfums. Au moyen âge, chez les souverains et les plus grands seigneurs, on se lavait les mains avec de l'eau de rose, avant et après le repas ; quelques-uns même avaient des fontaines jaillissantes desquelles s'écoulaient des eaux aromatiques. A cette époque aussi, l'usage était de porter les morts la face découverte jusqu'au lieu de leur sépulture, et de placer dans le cercueil des cassolettes pleines de parfums. La monarchie française montra constamment un goût effréné pour les jouissances de cette nature, qui semblaient créées pour accompagner nécessairement toutes les autres. Le maréchal de Richelieu avait fait un tel abus des parfums sous toutes les formes, qu'il ne les sentait plus et qu'il vivait habituellement dans une atmosphère si embaumée qu'elle indisposait ceux qui entraient chez lui. Mme Tallien, au sortir d'un bain de fraises et de framboises, se faisait doucement frictionner avec des éponges imbibées de lait parfumé. Napoléon Ier se versait lui-même, tous les matins, de l'eau de Cologne sur la tête et sur les épaules.

IV.

Au-dessus de toutes les questions que nous venons de parcourir s'en trouve une d'une nature plus grave et plus obscure, qui se présente d'ailleurs au terme de toutes les études ayant pour objet la sensation, et à propos de laquelle quelques réflexions ne seront pas déplacées ici. A quoi correspondent hors de nous les sensations que nous éprouvons au dedans de nous ? Quel rapport y a-t-il entre le monde réel et l'image du monde réfléchie dans notre âme ? Dans le cas particulier qui nous occupe, qu'est-ce qui, dans les corps, est cause qu'ils affectent notre odorat? Il paraît certain tout d'abord que l'odeur en soi, en tant qu'odeur, est une pure création de notre esprit. La physiologie contemporaine démontre que l'excitation des nerfs sensitifs est suivie, dans chacun, des sensations qui leur correspondent. Quand on électrise l'œil, on y détermine une apparition lumineuse ; quand on électrise la langue, on y provoque une sensation gustative ; quand on électrise le fond de l'oreille, on y produit l'effet d'un son. De même une excitation analogue, électrique ou autre, des nerfs de l'odorat, fait naître en notre esprit la sensation d'odeur, bien qu'aucune molécule odorante ne soit intervenue dans le phénomène. La sensation paraît donc dépendre principalement de la nature du nerf sensitif. Le monde extérieur semble n'y contribuer que par la mise en branle des fibres nerveuses. Cette condition d'une impulsion venue du dehors n'est pas même indispensable, puisque nous éprouvons, dans le sommeil et dans la folie, des sensations d'odorat qui, au témoignage de nos autres sens, ne correspondent à aucun agent extérieur. Cependant, nous croyons pouvoir discerner les cas d'hallucination des cas de perception réelle ; cependant, nous affirmons qu'il y a au dehors de nous-mêmes des causes distinctes de nos sensations distinctes. Aucun scepticisme n'a prévalu ni ne prévaudra contre ce témoignage de la plus puissante évidence qu'il y ait au fond de notre être. Comment rendre compte de cette apparente antinomie? En réalité, il n'y a pas d'antinomie. Remarquons en effet que, si les causes les plus diverses peuvent déterminer en nous une même sensation et nous donner le change sur le monde extérieur, notre âme n'en est jamais la dupe. Elle sait parfaitement rapporter, selon les cas, cette même sensation aux causes objectivement dissemblables qui l'ont déterminée ; c'est-à-dire que les causes qui se ressemblent et se confondent dans l'acte purement physiologique de la sensation se différencient et se séparent dans l'acte psychologique par lequel notre âme les reconnaît et les conçoit distinctes. Si nous n'avions, pour connaître, que la passivité indolente et ignorante de nos sens, il n'y aurait pour nous aucune

certitude, mais l'activité savante de l'âme non-seulement peut affirmer la réalité des objets extérieurs, par une raison analogue à celle qui lui fait affirmer sa propre existence, mais encore conclure, d'après ses diverses affections, à une diversité correspondante des énergies extérieures. Elle se meut à l'unisson du monde plutôt qu'à celui des sens. Vis-à-vis de ces derniers, elle est comme un monarque excellent qui ne serait rien sans ses sujets, mais qui, en leur donnant des lois et en réglant leurs mœurs, les police et les civilise. Donc, et c'est par où nous aimons à terminer, c'est dans l'âme considérée comme foyer de tous les rayons réfractés au travers des sens, comme lumière centrale plus brillante que toutes les autres, qu'il faut placer le pouvoir et le droit de discerner ce que les sens ne discernent pas, et de pénétrer à une profondeur où ils n'atteignent pas. On ne saura jamais quel rapport il y a entre le monde extérieur et les images que nous en percevons, mais l'âme peut croire fermement que les divers points de ces images correspondent à des points extérieurs situés dans le même ordre, et que les forces qui l'affectent sont au fond de même nature que celles dont elle se sent maîtresse au dedans d'elle-même.

LA CHIMIE ORGANIQUE ET LA THÉRAPEUTIQUE.

DISCOURS PRONONCÉ A L'INSTITUT MÉDICO-CHIRURGICAL DE BERLIN, LE 2 AOUT 1871,

Par A.-W. Hofmann.

Traduit de l'allemand pour le *Moniteur scientifique* par M. Auguste Guerout.

On a dit que la chimie est la plus utile de toutes les sciences, et ce n'est pas là une assertion exagérée. Quel est en effet, dans le domaine des arts et de l'industrie, le champ que n'a pas merveilleusement fécondé le puissant courant des recherches chimiques et quelles ressources pour nos besoins journaliers n'avons-nous pas retirées du développement de cette science?

Mais quelque puissante que soit l'influence directe que la chimie, en nous rendant maîtres de la matière, a exercée et exerce encore tous les jours sur notre bien-être, elle a presque autant contribué aux progrès de la civilisation par la révolution qu'elle a provoquée dans toutes les branches de la science, dans le domaine de la pensée, dans notre vie entière en un mot.

Vous comprendrez, Messieurs, que dans le court espace de temps qui m'est accordé, je doive renoncer à indiquer, même d'une manière superficielle, pour combien la chimie a contribué à amener les choses dans leur état actuel; je suis obligé de m'imposer des bornes. Je pourrais, en raison de la composition de la docte assemblée devant laquelle j'ai l'honneur de parler, énumérer les services que la chimie a rendus aux sciences médicales, mais le sujet serait encore trop vaste. Je me contenterai donc d'indiquer les avantages qu'a retirés et retirera encore la *thérapeutique* des développements de la chimie et seulement d'une partie de la chimie, je veux dire la *chimie organique*.

Puisque je ne dois vous parler que de la chimie organique, je crois devoir d'abord préciser l'étendue de cette partie de la science, d'autant plus que le domaine de la chimie organique s'est beaucoup modifié avec le temps, et que, même aujourd'hui, tous les chimistes ne sont nullement d'accord sur les limites que l'on doit lui assigner. Permettez-moi donc, Messieurs, afin de pouvoir vous inspirer de l'intérêt pour la chimie organique, d'essayer d'abord de vous faire comprendre quelle est, d'après les idées régnantes, l'étendue de cette partie de la science.

Il n'est pas besoin d'avoir étudié bien à fond les phénomènes chimiques pour voir combien peu de corps simples ont reçu de la nature la faculté de se combiner l'un à l'autre en un grand nombre de proportions. Il est facile d'apppuyer cette idée sur des faits. L'hydrogène

ne se combine avec le chlore, avec le brome, avec l'iode, qu'en une seule proportion. Ce même hydrogène forme avec l'oxygène deux combinaisons et deux aussi avec le soufre; le phosphore et l'arsenic se distinguent par la facilité avec laquelle ils se combinent à l'oxygène, et cependant ils ne forment jamais avec lui plus de deux combinaisons chacun. D'une manière analogue, le soufre et le phosphore ne se combinent au chlore qu'en deux proportions, et il est rare de voir un élément former avec un autre trois ou quatre combinaisons; c'est ainsi qu'on connaît trois oxydes d'antimoine et aussi de fer et quatre de plomb et de manganèse. L'azote s'unit à l'oxygène en un nombre plus grand encore de proportions, et le nombre de ses composés oxygénés bien définis ne s'élève pas à moins de cinq; mais les composés de l'azote et de l'oxygène sont déjà une exception à la loi commune.

Il y a cependant deux éléments qui, sous ce rapport, se distinguent de tous les autres: ce sont le carbone et l'hydrogène; leurs combinaisons sont innombrables. Cela ne veut pas dire que les hydrocarbures connus soient si nombreux; les chimistes n'en ont encore étudié que quelques centaines; mais l'étude de la composition et du mode de formation de ces quelques corps nous permet de formuler cette conclusion: que c'est à peine si la nature a assigné une limite à la production des hydrocarbures. Déjà les corps appartenant à cette classe se sont rangés en séries régies par une loi de dérivation très-simple, et la connaissance de quelques membres d'une de ces séries permet de prévoir la composition et les propriétés des membres encore inconnus. Il y a plus, la comparaison de deux de ces séries ainsi établies au moyen d'une loi certaine, nous démontre avec la plus grande évidence l'existence d'une série dont les membres nous manquent encore, et nous voyons ainsi se dérouler devant nos yeux étonnés un tableau frappant de la variété infinie des combinaisons que peuvent former l'hydrogène et le carbone.

Ces hydrocarbures se présentent sous les formes les plus diverses.

Quelques-uns sont des gaz transparents et incolores, résistant à toutes les tentatives faites pour les liquéfier; d'autres, dont le point d'ébullition est souvent bien inférieur à la température de congélation de l'eau, ne prennent l'état liquide que sous les influences combinées d'une forte pression et d'une basse température.

Un grand nombre se présentent sous la forme de liquides, de goûts et d'odeurs les plus diverses, bouillant à toutes les températures possibles, depuis la chaleur de la main jusqu'au rouge naissant, ou bien ne se volatilisant pas sans décomposition.

D'autres enfin sont des corps solides, incolores ou colorés, cristallisés ou amorphes, les uns fusibles aux températures les plus diverses, les autres infusibles, les uns distillant ou se sublimant à toutes les températures possibles, les autres se dédoublant diversement sous l'influence d'une forte chaleur, tous ne différant pas moins les uns des autres par le goût et l'odeur que les carbures liquides et gazeux.

Quand même les carbures ne se distingueraient des autres corps que par leur nombre et la variété de leurs propriétés, on pourrait être porté à les envisager comme un groupe distinct du reste des composés chimiques; mais ils présentent encore d'autres caractères qui sont une raison non moins pressante de les séparer des corps qui constituent les autres classes. Par suite de l'analogie de leur composition, les différents membres de ce groupe des carbures présentent dans le développement individuel de leurs propriétés une concordance que l'on n'observe pas dans des groupes moins étendus de combinaisons.

Sous l'influence des corps simples, les hydrocarbures éprouvent de nombreuses modifications. L'oxygène et l'azote surtout, soit seuls, soit chargés plus ou moins d'hydrogène, possèdent la faculté d'entrer en combinaison avec les membres de ce groupe. Il se forme ainsi un nombre illimité de dérivés, de composés qui, outre le carbone et l'hydrogène, contiennent encore de l'azote ou de l'oxygène, ou ces deux éléments à la fois, ou bien encore d'autres corps simples, tels que le chlore et le soufre. L'introduction de ces éléments dans les hydrocarbures modifie les propriétés de ces derniers suivant des lois dont la détermination est le problème que se pose la chimie actuelle. Depuis nombre d'années déjà, les meilleurs modes de recherches ont été appliqués à cette étude, et si le but, tel du moins que le conçoit le chercheur passionné, est encore bien loin, il y a cependant beaucoup de fait dans cette voie. On peut déjà, dans une certaine mesure, déterminer à l'avance quels

changements apportera dans les propriétés d'un carbure l'introduction dans ce corps d'un élément quelconque. De nombreuses recherches ont démontré que les modifications qu'éprouve dans certaines circonstances un des membres d'une série, se reproduiront dans les mêmes circonstances sur tous les membres de la même série, de sorte que la conquête d'un seul fait suffit souvent à mettre en lumière toute une série de faits analogues. Il suit naturellement de là que toute réaction modifiant un hydrocarbure d'une façon quelconque, produira, dès qu'on l'appliquera aux hydrocarbures, toute une classe de produits dérivés entre lesquels il y aura les mêmes rapports qu'entre les carbures qui leur ont donné naissance.

Il se forme ainsi, autour de chaque carbure, un groupe symétrique de combinaisons dérivées, et, le cercle allant toujours en s'élargissant, chacun de ces dérivés peut à son tour devenir le centre d'un nouveau système de composés.

Ce n'est pas ici le lieu de suivre plus loin cette ramification sans fin des hydrocarbures; ce que nous voulons, c'est faire ressortir le caractère tout exceptionnel de ce groupe et indiquer, ne serait-ce que d'une manière générale, ce qui a conduit les chimistes à considérer les hydrocarbures et leurs dérivés comme un tout isolé et distinct des autres combinaisons.

Ce groupe de corps que nous venons d'essayer d'esquisser présente un nouvel intérêt quand on sait que c'est lui qui forme, en grande partie du moins, la substance des plantes et du corps des animaux.

Les hydrocarbures et leurs dérivés sont combustibles. Au contact de l'oxygène dans des circonstances favorables, ils produisent de l'oxyde de carbone, de l'acide carbonique et de l'oxyde d'hydrogène ou eau; une partie seulement de l'azote s'oxyde; le reste se dégage à l'état libre pendant la combustion.

Telle est aussi la manière dont se comporte une partie de la substance des plantes et des animaux. La branche que nous venons d'arracher à l'arbre ne tarde pas à s'altérer; l'écorce se contracte, les feuilles se fanent, toute trace d'humidité disparaît. Chauffons maintenant à l'air ce bois desséché, nous le verrons s'enflammer et brûler jusqu'à ce qu'il ne reste plus rien qu'une petite masse grise ou blanche de substance minérale incapable de s'altérer davantage sous l'action prolongée de la chaleur. Nous disons alors que le bois a brûlé en ne laissant que des cendres.

Si nous faisions la même expérience avec un corps d'origine animale, un morceau de viande, par exemple, nous observerions le même phénomène, et du morceau de viande il ne resterait également que des cendres.

Cette partie du bois, de la viande, qui peut ainsi brûler, est formée par les combinaisons du carbone, de l'hydrogène, de l'oxygène et de l'azote; et ces combinaisons, en brûlant, se volatilisent sous forme d'acide carbonique, d'eau, de bioxyde d'azote ou d'azote libre.

Cette similitude de composition entre les matières organiques et les hydrocarbures ou leurs dérivés a fait désigner ces derniers sous le nom de *groupe des composés organiques*. C'est, du reste, en étudiant les substances organiques, les plantes et le corps des animaux, que le chimiste a appris à connaître ces carbures dont nous parlons. Il n'y a pas plus d'un demi-siècle que l'on a donné à cette nouvelle partie de la science la dénomination, tirée de son origine, de chimie des combinaisons organiques ou simplement chimie organique. Grâce au talent des grands chimistes de notre siècle et au zèle de leurs élèves, cette branche de la science s'est développée admirablement et avec une merveilleuse rapidité. Les premières recherches même conduisirent aux résultats les plus inattendus; les découvertes se succédèrent coup sur coup. C'était alors l'extraordinaire variété des combinaisons produites par un si petit nombre d'éléments qui captivait l'intérêt de tous. On crut qu'on avait affaire à une classe toute nouvelle de corps, différents des substances minérales par leurs propriétés et leur composition, mais surtout par leur mode de formation. Comme on ne réussit pas d'abord à reconstituer à l'aide de leurs éléments ces composés extraits des plantes et des animaux, on fut porté à expliquer leur formation par l'influence mystérieuse de la force vitale, et à tracer ainsi entre les produits de la nature minérale et ceux de la nature organique une limite que l'on croyait infranchissable. Ce n'était pourtant qu'une ligne de démarcation artificielle; elle a depuis longtemps disparu, effacée par les découvertes nouvelles. La plante et l'animal n'ont plus seuls le se-

cret de la formation des corps organiques; la science nous l'a révélé. A l'aide des seuls éléments, le chimiste a pu produire ces corps l'un après l'autre avec toutes les propriétés qu'ils présentent lorsqu'on les extrait de la matière vivante. Et si quelques-uns d'entre eux ont échappé à cette synthèse et ne peuvent encore être produits que sous l'influence des forces vitales; si, dans bien des cas, on n'arrive que par de longs détours à faire ce que la nature produit de la manière la plus simple, les faits acquis ne nous en autorisent pas moins à espérer que les difficultés que l'on éprouve à produire artificiellement certains corps de l'organisme vivant seront bientôt surmontées par le zèle infatigable des chimistes.

Il n'est point besoin d'établir ainsi une ligne de démarcation artificielle: le groupe des hydrocarbures et de leurs dérivés se distingue assez nettement du reste de l'édifice chimique. Nés de l'union de deux puissantes racines, le carbone et l'hydrogène, ces corps peuvent, sous l'influence d'un petit nombre d'éléments, donner naissance à d'innombrables composés qui, malgré l'infinie variété de leurs propriétés, portent tous le cachet d'une indubitable parenté; ils sont la matière première dont sont formées les plantes et les animaux, et leur groupe réunit un ensemble de propriétés telles que n'en présente aucune autre classe de combinaisons, et qui, si elles ne permettent pas de tirer une ligne de démarcation bien définie, suffiront du moins à motiver sûrement la considération de ces corps comme un groupe distinct. Mais quelle est l'influence qu'ont exercée sur le développement de la thérapeutique les recherches faites dans ce domaine de ce que nous venons de préciser?

On ne peut qu'indiquer à grands traits les premiers services rendus par la chimie à la thérapeutique. Dans ses premières études sur la substance des plantes et des animaux, le chimiste doit se borner à des travaux analytiques et ce n'est d'abord que par des faits d'analyse que la thérapeutique profite des progrès de la chimie.

Pour la première fois, le médecin apprend à connaître les principes actifs de toute une série de médicaments longtemps employés avec succès, et, dans un grand nombre de cas, ces principes actifs signalés par la science se substituent au mélange souvent si désagréable dont les propriétés actives n'avaient été découvertes que par hasard ou par une grossière expérimentation.

Nous en trouvons un exemple intéressant dès les premiers temps où l'étude des corps organiques commence à fixer l'attention des chimistes. Les propriétés vénéneuses des *amandes amères* (*amygdalus communis*) avaient été indiquées dès l'antiquité. On savait déjà, au commencementdu XVIII[e] siècle, que les feuilles du laurier-cerise (*prunus lauro-cerasus*) fournissent une huile douée de propriétés engourdissantes, et, dans les dernières années du même siècle, nous voyons déjà l'eau de laurier-cerise employée comme médicament; mais on ne soupçonne pas encore à cette époque la nature du principe actif contenu dans les amandes amères et l'eau de laurier-cerise, et ce n'est qu'au commencement de ce siècle que Dohm reconnaît dans l'eau d'amandes amères la présence de l'*acide prussique*, découvert, en 1782, par Scheele. Bientôt après, Gehlen et Schrader démontrent que les eaux dont nous parlons ne doivent leurs remarquables propriétés physiologiques qu'à la présence de l'*acide prussique*, et, en 1837, Liebig et Volher proposent de substituer à ces médicaments, de composition toujours variable et incertaine, des solutions d'acide prussique de titre convenu et facile à déterminer par l'analyse.

Dans la deuxième décade de notre siècle, les travaux de Serturner nous font faire encore un grand pas dans cette voie. L'étude du suc de diverses papavéracées, connu sous le nom d'opium, le conduit à la découverte de la *morphine*; cette dernière vient plus tard se relier à un groupe de bases de l'opium, parmi lesquelles il faut citer la *codéine*, découverte par Robiquet.

L'étude des rubiacées et des strychnacées donne des résultats non moins importants. Pelletier et Caventou découvrent dans l'écorce de quinquina la *quinine* et la *cinchonine*, et, dans les fruits du *strychnos nux vomica*, la strychnine, sans parler d'autres bases organiques moins importantes. Au lieu de l'opium, cette substance si complexe qui ne contient souvent pas moins de six alcaloïdes différents et de propriétés tout opposées; au lieu de la poudre ou de la teinture de quinquina, au lieu de la teinture ou de l'extrait de noix vomique; au lieu, en un mot, de mélanges mécaniques aussi variables dans leurs propriétés médicales que dans

leur composition, le médecin a maintenant à sa disposition la morphine et la codéine avec leurs sels si bien cristallisés, la quinine et la cinchonine, et, enfin, la strychnine et ses sels, c'est-à-dire des combinaisons chimiques dont l'action constante ne peut être niée, puisque l'on a affaire à des individus bien définis. De même, aujourd'hui que le chimiste a extrait de la *digitalis purpurea* et des *artemisia* leurs principes actifs, le médecin doit-il substituer aux infusions et aux extraits de ces plantes la *digitaline* et la *santonine*, que l'on obtient si pures et si bien cristallisées.

Une étude non moins importante pour la thérapeutique a été celle de la racine de *valériane* (*valeriana officinalis*); on trouve, en effet, qu'elle doit son action à deux principes différents : l'*huile de valériane* et l'*acide valérianique.* Si ces deux substances et surtout l'acide valérianique méritent de fixer l'attention du chimiste, d'un autre côté, il est permis au médecin de se servir de l'un ou de l'autre.

A l'infusion de café ou de thé, on peut substituer la *cafféine* (*théine*), découverte par Runge, et au lieu de la teinture de noix de galle, le médecin peut employer l'acide tannique chimiquement pur.

Mais les recherches de la chimie organique ne se bornent pas aux substances reconnues comme médicinales; il n'est point de plante, de fleur, de fruit, dans lequel elle n'ait également cherché des principes actifs. Les chimistes découvrent la *vératrine* dans l'ellébore blanc (*veratrum album*), l'*atropine* dans la belladone (*atropa belladona*), et aussitôt les médecins utilisent de la manière la plus heureuse les propriétés antinerveuses et fébrifuges de la vératrine, et la faculté que possède l'atropine d'opérer la dilatation de la pupille.

Bientôt, les recherches faites dans le domaine de la chimie organique prennent une nouvelle direction; on ne se contente plus de soumettre les matières animales et végétales à l'action des dissolvants: l'eau, l'alcool et l'éther; de les épuiser par les bases et les acides étendus, de les décomposer, en un mot, en leurs principes immédiats. Les agents les plus énergiques, les substances avides d'eau, telles que les acides sulfurique et phosphorique, les agents d'oxydation de toute intensité, — depuis l'acide nitrique fumant, l'acide chromique, l'oxyde de manganèse et le peroxyde de plomb, jusqu'à l'oxygène obtenu par électrolyse ou rendu actif au moyen du noir de platine, — le chlore, le brome, l'iode, l'ammoniaque gazeuse ou en solution, les alcalis hydratés en solution concentrée et même à l'état de fusion, tous ces corps deviennent les nouveaux instruments de recherche du chimiste. Et ce n'est plus seulement sur les principes tout formés dans l'organisme animal ou végétal que portent les recherches.

En présence d'agents de décomposition aussi puissants, les substances primitives ont subi des modifications plus ou moins profondes, et ce sont les produits de décomposition des éléments des plantes et des animaux que le chimiste a maintenant entre les mains. Ici se place une source inattendue de richesses pour les chercheurs. Nous voyons le même corps subir sous l'influence des différents réactifs les métamorphoses les plus diverses et, dans des conditions différentes de durée, de concentration et de température, le même agent produire sur un seul corps les modifications les plus diverses. Bien plus, ces produits de décomposition des substances animales et végétales se modifient à leur tour sous l'influence des agents chimiques, jusqu'à ce qu'enfin des dédoublements successifs les aient ramenés aux combinaisons les plus simples ou aux éléments eux-mêmes. Aidée de cette nouvelle méthode d'investigation, la chimie organique a tout à coup pris un développement qui a relégué complétement au second plan pour un certain temps la chimie minérale. Mais en même temps que s'agrandit ainsi le champ des recherches, on voit s'accroître le nombre des travailleurs, et de leurs mains actives sortent bientôt des trésors incontestables de faits sur lesquels repose aujourd'hui la chimie organique. Ces trésors sont d'abord dans le chaos et la confusion ; ceux que le hasard a favorisés d'une heureuse découverte et ceux qui ont vu de longs efforts couronnés enfin de succès ne savent souvent que faire de leurs richesses.

Mais bientôt l'esprit d'ordre prend à tâche de classer cet amas de matériaux ; on cherche à les trier, à distinguer ce qui est important de ce qui ne l'est pas, à réunir ce qui présente de l'analogie ; et une fois que l'ordre a pris la place de la confusion, l'œil peut déjà s'arrêter

avec admiration sur la constitution de chaque substance et sur les liens merveilleux qui rattachent tous ces corps l'un à l'autre.

Qu'il me soit permis, Messieurs, de vous retracer ici quelques-uns des avantages que la thérapeutique a retirés de l'étude des métamorphoses chimiques, de même qu'elle en avait retiré de l'analyse des plantes et des animaux. Il y a toute une série de corps que l'on n'obtenait jamais autrefois qu'en petite quantité et souvent à un état de pureté à peine suffisante, alors qu'on était obligé de les extraire avec plus ou moins de difficulté des corps de la nature; aujourd'hui, l'étude des métamorphoses chimiques a fait connaître des moyens de préparer ces substances à l'etat de pureté parfaite, en quantité notable et à des prix peu élevés. Quelques-unes de ces découvertes appartiennent aux épisodes les plus intéressants de l'histoire du développement de la chimie organique.

Dans ces trente à quarante dernières années, une grande partie des travaux chimiques a été consacrée à l'étude de l'alcool; on pourrait dire que, dans cette période, les progrès de la chimie organique sont représentés principalement par l'étude de l'alcool et de ses dérivés, et il y a deux noms, ceux de Liebig et de Dumas, que l'on ne peut manquer de se rappeler avec reconnaissance quand on se reporte à cette époque. En collaboration avec Peligot, Dumas découvre dans l'esprit de bois un nouvel alcool doué de propriétés tout à fait analogues à l'esprit de vin ou alcool éthylique, et il le classe à côté de ce dernier sous le nom d'*alcool méthylique;* alors les chimistes commencent à entrevoir qu'ils ont dans les alcools éthylique et méthylique les prototypes d'une vaste classe de substances, la plus importante parmi les combinaisons organiques. Cette idée imprime une nouvelle direction aux recherches et l'on voit commencer cette chasse aux nouveaux alcools dont l'ardeur ne s'est pas encore ralentie de nos jours; toutes les parties de la chimie organique sont explorées avec le plus grand soin, mais c'est surtout des corps sucrés d'où dérive l'alcool du vin que l'on espère retirer de nouveaux alcools. Des recherches si actives ne restent pas longtemps sans résultat. Dans un liquide huileux obtenu dans les fabriques d'alcool comme accessoire de la fermentation du sucre, et que, à cause de sa mauvaise odeur, les fabricants prennent grand soin de séparer de l'esprit de vin, Cahours parvient à caractériser un troisième alcool, et un produit dont, jusque-là, on prenait grand soin de se débarrasser, prend tout à coup une grande importance scientifique. Ce corps est l'*alcool amylique* contenu aussi dans l'huile de pommes de terre; et on reconnaît bientôt qu'il présente toutes les propriétés des alcools déjà étudiés et que, sous l'influence des agents d'oxydation, il produit un acide, de même que l'alcool méthylique se convertit en acide formique et l'alcool éthylique en acide acétique. Quel n'est pas l'étonnement des chimistes, quand on reconnaît que cet acide, obtenu pour la première fois par Dumas et Stas, est identique avec cette substance que l'étude de la racine de valériane a fait connaître d'une manière superficielle? Aussi longtemps qu'on a dû extraire l'acide valérianique de la valériane, comme cette racine n'en contient que de très-petites quantités, il n'a pu, à cause de son prix élevé, trouver un emploi général; mais à peine la science a-t-elle démontré que l'on peut le préparer à l'aide de l'huile de pommes de terre, il devient l'objet d'une fabrication industrielle, et ses sels, surtout les valérates de zinc et de bismuth, sont employés comme médicaments.

Parmi les acides organiques qui furent le plus tôt connus des chimistes se trouve l'*acide lactique*. Observé d'abord dans le lait acide par Scheele, cet acide est trouvé plus tard dans toute une série de liquides acides, dans le suc gastrique, dans la choucroûte, dans le suc des concombres; mais ce n'est que lorsqu'on a reconnu la relation qu'il y a entre le sucre et l'acide lactique, lorsqu'on a démontré qu'il se forme dans la plupart des cas aux dépens des matières sucrées et lorsque l'on a déterminé les conditions dans lesquelles le sucre se transforme en acide lactique; en un mot, ce n'est que lorsque le chimiste a donné la méthode qui permet de le fabriquer industriellement, que l'on peut penser à introduire l'usage de cet acide dans la thérapeutique, où il joue maintenant sous forme de lactate de fer un rôle si important.

Je dois indiquer ici l'*acide succinique*, quoique son emploi dans la médecine ne soit pas à comparer à celui de l'*acide lactique*. L'ancienne méthode de préparation de l'acide succinique, la distillation sèche du succin, ne fournit qu'une petite quantité d'acide, et il est difficile de

le débarrasser des impuretés qui le souillent. Mais personne ne pense plus aujourd'hui à le préparer à l'aide de produits si coûteux. L'analyse a démontré que la molécule de l'acide succinique ne diffère de celle de l'acide malique que par 1 atome d'oxygène en moins. Or, comme l'a démontré Dessaigne, on a dans les baies du sorbier des oiseaux (*sorbus aucuparia*) une abondante mine d'acide malique que l'on peut transformer en acide succinique par un simple procédé de fermentation. Tout l'acide succinique du commerce est préparé de cette manière.

Non moins remarquable et importante pour les progrès des recherches chimiques est la révolution qui s'est opérée dans la fabrication de l'*acide benzoïque*. L'existence de cet acide a été signalée dès le XIVe siècle, mais ce n'est que dans les dernières années du dernier siècle que sa nature a été reconnue. On a d'abord retiré l'acide benzoïque du benjoin, et quoiqu'on l'ait rencontré dans d'autres résines et principalement dans le baume de tolu, le benjoin a été presque exclusivement jusqu'à ces dernières années la matière première de la fabrication de l'acide benzoïque ; mais, aujourd'hui, une bien faible proportion de l'acide benzoïque employé dans la pharmacie et dans les arts se prépare de cette façon. En 1829, Liebig découvre dans l'urine des herbivores un acide azoté particulier, l'acide hippurique, qui, par la fermentation, se transforme en acide benzoïque. Plus tard, Dessaigne démontre que l'on peut opérer la même transformation par l'ébullition avec l'acide chlorhydrique concentré, réaction dans laquelle il se forme un produit secondaire des plus intéressants, le *glycocolle*. L'industrie actuelle de l'acide benzoïque repose sur ces réactions.

Il y a un autre acide qui mérite d'être signalé, quoique moins important pour la thérapeutique, l'*acide formique ;* il est à peine nécessaire d'indiquer que les chimistes ont trouvé dans la distillation de l'acide oxalique une source qui fournit cet acide bien plus facilement et à un plus grand état de pureté que l'organisme des insectes dont il tire son nom, et qu'il serait bien plus simple, pour préparer l'eau de magnanimité d'Hoffmann, de dissoudre cet acide dans l'alcool, au lieu de traiter directement les fourmis.

Dois-je encore vous parler de la glycérine, dont les merveilleuses propriétés trouvent tous les jours de nouveaux emplois dans la pharmacie? Du reste, la glycérine est, à proprement parler, une conquête pharmaceutique, car Scheele la découvrit, en 1783, en préparant l'emplâtre de plomb; mais c'est seulement depuis que la science a démontré sa nature, depuis que les classiques travaux de Chevreul sur les corps gras, travaux auxquels ce célèbre chimiste a consacré trente ans de sa vie, ont fait comprendre dans toute sa simplicité le mécanisme de la saponification, que la préparation industrielle des acides gras et de la glycérine peut être entreprise avec succès. Il était réservé à notre époque d'être témoin des grandes modifications qu'a éprouvées l'industrie des corps gras par suite de l'introduction de la saponification par l'eau, procédé dont la conception était impossible avant que la chimie organique eût atteint son développement actuel. Depuis l'adoption de la saponification aqueuse, la glycérine est devenue un des corps les plus répandus, et comme sa pureté et son bon marché ne laissent plus rien à désirer, il semble qu'on ne puisse assigner de limite à son emploi.

Et ce n'est pas seulement par l'emploi direct de la glycérine que la thérapeutique en a retiré des avantages, c'est aussi par l'étude de ses métamorphoses, étude que les chimistes poursuivent encore avec le plus grand zèle.

On savait depuis longtemps que les remarquables propriétés irritantes de la farine de moutarde sont dues à une huile éthérée que l'on obtient en distillant avec de l'eau la moutarde noire. Mais il appartenait à M. Will de déterminer la nature de cette huile. Il nous apprend que l'essence de moutarde contient, combiné au soufre et au cyanogène, un radical organique que l'on désigne sous le nom d'allyle et que l'on a déjà rencontré dans d'autres corps, dans l'essence d'ail, par exemple, où il est combiné au soufre sous forme de sulfure d'allyle. En étudiant l'action de l'iodure de phosphore sur la glycérine, Berthelot observe la formation d'une substance dans laquelle ce radical s'est uni avec l'iode pour former l'iodure d'allyle, et aussitôt naît l'idée de faire la synthèse de l'essence de moutarde, du sulfocyanure d'allyle, en faisant réagir un sulfocyanure métallique sur l'iodure d'allyle. Et, en effet, en distillant cet iodure d'allyle avec du sulfocyanure de potassium, on obtient l'essence de

moutarde avec toutes les propriétés caractéristiques de celle qui naît de l'organisme de la plante, et une grande partie de l'essence de moutarde du commerce est préparée de cette façon.

A propos de la production artificielle de l'essence de moutarde, j'indiquerai brièvement une autre synthèse qui doit intéresser, quoiqu'à un moindre degré, la thérapeutique. Dans l'organisme de la *cochlearia officinalis* se produit une huile qui trouve en pharmacien u certain emploi dans l'esprit de *cochlearia*. Cette huile, comme l'ont démontré des recherches récentes, a une constitution analogue à celle de l'essence de moutarde : c'est du sulfocyanure de butyle, combinaison qu'il est aisé de préparer artificiellement.

En présence de telles conquêtes, ne sommes-nous pas en droit d'attendre que les médicaments plus importants, que nous ne pouvons encore extraire que des plantes, pourront bientôt être préparés synthétiquement par les chimistes, et que, si même on ne parvenait à les reproduire sous peu à l'aide des éléments, du moins on pourra les produire en modifiant d'autres corps, de telle sorte qu'on puisse se les procurer avec plus de facilité et en plus grande quantité que ne le permettent les méthodes actuelles?

Quoi qu'il en soit, les exemples précédents devraient suffire à montrer dans combien de cas déjà l'étude des métamorphoses des corps organiques a été l'origine de nouvelles méthodes simples et peu coûteuses pour la préparation de substances dont les propriétés curatives avaient été démontrées par l'expérience. Et il eût été singulier que, en parcourant les sentiers si tortueux du domaine de la chimie, le chercheur n'eût pas rencontré aussi de nouvelles combinaisons dont il suffisait d'étudier les propriétés pour reconnaître en elles de précieux agents thérapeutiques.

Il n'est pas nécessaire de chercher bien loin pour trouver des exemples des progrès que le développement de la chimie organique a fait faire dans ce sens à la thérapeutique. Les produits que fournit la distillation sèche varient, non-seulement avec la nature de la substance distillée, mais encore suivant la température à laquelle se fait l'opération. La décomposition est donc très-variée, surtout quand les substances employées sont un mélange complexe de différentes combinaisons. Parmi les nombreux produits que l'on retire ainsi du bois, il faut citer d'abord la *créosote*, découverte par Reichenbach dans les produits de la distillation du bois de hêtre. Ce chimiste lui-même n'a pas méconnu les propriétés fortement antiseptiques de ce corps, comme l'indique du reste le nom qu'il lui a assigné. L'action antiputride de la créosote est si indubitable que, dès l'époque de sa découverte, elle devint l'objet d'une fabrication active, sans être pourtant beaucoup employée en médecine, son emploi consistant surtout dans l'utilisation de ses propriétés antiseptiques. Auprès de la créosote vient bientôt se placer un corps analogue, l'acide phénique, découvert par Runge dans le goudron de houille. Doué des mêmes propriétés que la créosote, l'acide phénique a sur elle l'avantage d'être cristallisé et de présenter des propriétés chimiques très-accentuées; il est donc facile de le préparer à l'état pur et de s'assurer de son degré de pureté, surtout quand on emploie, comme on le fait souvent à présent, les sulfophénates si bien cristallisés qui dérivent de cet acide. En outre, le prix de l'acide phénique est relativement modéré, car on l'obtient le plus souvent comme produit accessoire d'autres industries, dont le développement va croissant de jour en jour, par exemple, la fabrication du gaz d'éclairage et celle du coke. Mais ce n'est plus seulement pour en retirer du gaz et du coke que l'on distille aujourd'hui la houille; le goudron, ce mélange de produits solides et liquides que l'on obtient dans cette distillation, est devenu déjà un important article de commerce, dont le traitement alimente de produits toute une série d'industries. Le goudron produit la *benzine*, la matière première de la fabrication des couleurs d'aniline; l'*anthracène*, à l'aide duquel on vient de reproduire artificiellement la matière colorante de la garance, et enfin une quantité presque inépuisable d'acide phénique, qui, outre ses applications à l'hygiène, sert encore de matière première pour la fabrication d'une magnifique couleur rouge, la *coralline*. Nous n'avons pas à nous occuper ici des dérivés colorés de cet acide, mais ses propriétés désinfectantes méritent bien de fixer l'attention des médecins. Nous ne pouvons prononcer ici ce mot d'acide phénique sans nous rappeler les importants services qu'il a rendus pendant la dernière guerre. Si l'effroyable calamité qui, sous la forme d'épidémies de toutes sortes, succède d'ordinaire aux

horreurs du combat, a fait durant cette campagne moins de victimes que dans les guerres précédentes, il est indubitable que cet heureux résultat doit être attribué au concours de différentes causes; mais tous les observateurs impartiaux sont d'accord pour affirmer que, parmi ces causes, il faut compter pour beaucoup l'emploi des agents désinfectants, et principalement de l'acide phénique.

Afin qu'à côté de produits si importants, ceux dont les propriétés sont moins saillantes ne restent pas oubliées, je parlerai en quelques mots du *collodion*, qui, né des recherches de chimie organique, est à peine produit en quantité suffisante pour les besoins de la médecine. Les méthodes d'investigation d'une science se modifient nécessairement suivant le but qu'elle poursuit à une époque donnée. Tant que les chimistes se vouent à l'étude des produits de décomposition des corps organiques, l'acide nitrique avec ses propriétés oxydantes est nécessairement un de leurs agents favoris. Mais l'acide nitrique n'agit pas seulement comme oxydant, dans beaucoup de cas son azote entre dans la molécule des produits de décomposition et il en résulte des corps que l'on a désignés sous le nom de produits nitrés. Alors commence une époque que l'on pourrait appeler la période du traitement par l'acide nitrique; les chimistes traitent par cet agent tout ce qui leur tombe sous la main, et il en résulte une quantité de combinaisons dont quelques-unes trouvent bientôt leur application. Mitscherlich en traitant ainsi la benzine obtint la *nitrobenzine*, le premier et aussi le plus important des produits nitrés, qui a pendant quelque temps servi sous le nom d'*essence de mirbane* aux besoin des parfumeurs, et est devenu plus tard le point de départ de l'industrie des couleurs d'*aniline.* Laurent, par l'action de l'acide nitrique sur le *phénol*, obtient une matière colorante jaune, l'acide picrique. Toujours à l'aide de l'acide nitrique, Pelouse obtient l'amidon nitré ou *xyloïdine*, dont les propriétés explosives trouvent leur application dans la pyrotechnie; Schœnbein à son tour traite de la même manière le coton et découvre la *pyroxyline*, ou *coton-poudre*, qui rivalise longtemps avec la poudre à canon. Mais bientôt ce puissant agent de destruction revêt un caractère plus pacifique; dissous dans l'éther et sous forme de collodion, il devient à la fois l'auxiliaire indispensable du photographe et l'aide fidèle du chirurgien : au lieu de produire des blessures, il les guérit.

Dans des circonstances analogues, mais dans une autre partie du domaine de la chimie organique, se produit une substance plus importante encore pour la chirurgie et par suite pour la médecine en général. Un agent de décomposition non moins énergique que l'acide nitrique est le chlore. Aussi le chlore est-il à une certaine époque l'instrument de recherches dont se servent de préférence les chimistes. Nous avons la période du traitement par le chlore, comme nous avons eu celle du traitement par l'acide nitrique. Dans les importantes recherches de ces trente dernières années sur la nature de l'alcool, le chlore joue un rôle des plus saillants. Sous l'action de cet élément avide d'hydrogène, Liebig voit l'alcool se transformer en une série de produits remarquables, différents les uns des autres par la proportion de chlore qu'ils renferment. Parmi ces substances il en est une qui avait échappé aux recherches d'un chimiste français, Soubeiran, et que Liebig soumit le premier à l'analyse. C'est ce corps que nous désignons aujourd'hui sous le nom de *chloroforme*. Parmi ces mêmes produits de la chloruration de l'alcool, le grand chimiste rencontre encore une autre substance, dont le nom depuis quelques années est dans toutes les bouches, le *chloral*. Les chimistes ne peuvent d'abord s'entendre sur la nature et la composition de ces deux corps, et l'on voit commencer entre Liebig et Dumas cette célèbre controverse que les chimistes de l'époque suivent avec tant d'anxiété et que nous lisons aujourd'hui avec tant d'intérêt, ne sachant ce que nous devons le plus admirer, de l'ardeur dont sont remplis les deux champions ou de l'admirable logique qu'ils apportent dans leurs expériences. Nous n'avons pas à nous occuper davantage de cette controverse dans laquelle les vues de Dumas finissent par triompher, mais il nous intéresse de voir de quelles recherches sont sortis ces deux corps auxquels est réservé un si brillant avenir. L'histoire du chloroforme et du chloral renferme quelques preuves à l'appui de cet axiome général, que tout fait étudié avec sérieux et désintéressement, dans le seul but d'arriver à la vérité, quelque éloignée que paraisse la possibilité de son emploi pratique, trouvera tôt ou tard une application utile. Pendant de longues années le chloroforme n'est autre chose que l'objet des spéculations théoriques, mais lorsque l'Américain

Jackson (1) découvre, il y a environ trente ans, les propriétés anesthésiques de l'éther, l'heure sonne aussi pour le chloroforme. Au commencement de l'année 1847, Flourens montre que la vapeur de chloroforme exerce sur les animaux une action tout à fait analogue à celle de la vapeur d'éther et à la fin de la même année, c'est-à-dire quinze ans après la découverte du chloroforme, James Simpson d'Edinbourg l'emploie pour la première fois comme anesthésique. Et ce n'est pas un heureux hasard qui introduit cet important agent dans la médecine. Simpson cherche systématiquement une substance douée des propriétés anesthésiques du chloroforme, mais n'exerçant pas comme lui une influence fâcheuse sur l'organisme, et ce n'est qu'après avoir essayé comparativement avec soin une longue série de combinaisons organiques qu'il se prononce pour le chloroforme. Depuis lors, malgré de nombreuses attaques et de nombreuses propositions de lui substituer d'autres corps, le chloroforme a victorieusement tenu sa place parmi les meilleurs auxiliaires du chirurgien et de l'accoucheur.

L'histoire de l'introduction de l'hydrate de chloral dans la thérapeutique est peut-être encore plus intéressante que celle de l'emploi du chloroforme. La découverte du chloral a précédé celle du chloroforme; c'est d'ailleurs en étudiant, en 1832, le chloral qu'il venait de découvrir, que Liebig rencontra pour la première fois le chloroforme. Il est singulier qu'il s'écoule ensuite près de quarante ans avant que l'on soupçonne les merveilleuses propriétés physiologiques de cette substance. Si, à l'époque de sa découverte, le chloral attire toute l'attention des chimistes, si même cette découverte est alors de la plus haute importance pour la solution de certaines questions pendantes, cette substance n'est pendant longtemps que l'objet de rares recherches. Ce n'est d'ailleurs pas sans raison, car, dans un champ exploré par Liebig, il y a généralement peu de probabilité de faire une riche moisson. C'est ainsi que le chloral tombe un peu dans l'oubli et que la jeune génération chimique le connaît à peine par l'étude personnelle ; l'étonnement n'en est que plus grand quand le chloral reparaît tout à coup sur la scène de la manière la plus inattendue. Et, cette fois encore, ce n'est rien moins qu'un jeu du hasard qui fait reconnaître les propriétés physiologiques du chloral. Si jamais découverte a répondu à ce que s'attendait à trouver son auteur, c'est celle de l'action merveilleuse de l'hydrate de chloral sur l'organisme, découverte due à M. Liebreich.

Une des plus remarquables réactions du chloral est la transformation que subit ce corps sous l'action des alcalis. En 1832, Liebig démontre qu'en présence des alcalis, la molécule du chloral fixe les éléments de l'eau et se dédouble en chloroforme et en acide formique. En 1868, Liebreich pose cette question : Comment cette réaction agirait-elle sur l'économie animale si, au lieu de se produire dans la cornue du chimiste, elle se faisait dans l'organisme vivant ? La transformation du chloral en chloroforme et acide formique a lieu même sous l'influence des solutions alcalines les plus étendues. Le chloral est soluble dans l'eau, et, par suite, facilement absorbable par l'organisme ; une fois absorbé, il arrive au contact du sang dont la réaction est alcaline.

Vous voyez Messieurs, une question posée carrément à la nature. Jamais elle ne se refuse à répondre à de telles questions.

Ce n'est pas ici le lieu de suivre les progrès de l'emploi du chloral. Je vous en donnerai seulement une idée en vous disant que tout le chloral qu'on a préparé depuis 1832 jusqu'à 1868 pour les besoins de la science atteint à peine un kilogramme, tandis qu'aujourd'hui les fabriques de Berlin seules en livrent au commerce 100 kilogrammes par jour. Il n'y a non plus rien à dire ici de la manière dont le chloral agit sur l'économie; les physiologistes eux-mêmes ne sont pas encore d'accord sur ce point. Il me suffit de dire qu'il n'est plus aujourd'hui un médecin qui doute qu'il n'ait dans le chloral un moyen toujours praticable de produire, suivant la dose employée, une anesthésie plus ou moins intense, et que la chimie organique n'ait fourni là à la thérapeutique un de ses agents les plus précieux. Mais il n'est point nécessaire d'être médecin pour apprécier la valeur de ce service rendu par la chimie à la thérapeutique : il n'est personne qui, s'il n'a pas éprouvé sur lui-même les merveilleux effets du chloral, n'ait eu au moins l'occasion d'en être témoin sur d'autres, et il est un nouveau bienfait du chloral dont la science surtout doit se réjouir : ce n'est que grâce aux merveilleuses propriétés de cette substance que, dans la sévère maladie qui a dernièrement me-

(1) Le seul inventeur est Morton. — Voir *Revue scientifique-Quesneville*, 33e vol., 1848, p. 5. Dr Q.

nacé ses jours, le grand chimiste qui l'a découverte a pu jouir d'un sommeil bienfaisant et réparateur.

Si je me suis étendu si longuement sur l'introduction dans la médecine du chloroforme et du chloral, c'est que cette introduction a été le commencement d'une nouvelle phase dans les rapports de la chimie organique et de la thérapeutique. Tant que les recherches de chimie organique restent dans le domaine de l'analyse, la thérapeutique se contente de recevoir avec reconnaissance le fruit de nos travaux, et même lorsqu'a commencé l'étude des métamorphoses des corps organiques, son rôle est à peine changé. Dans le premier cas, elle accepte avec empressement des indications sur la nature des corps dont elle se sert ; dans le second, elle est heureuse de pouvoir s'enrichir des découvertes dues aux progrès de la chimie. Mais les relations entre les deux sciences changent bientôt : la thérapeutique ne se contente plus de recevoir, déjà elle étend la main vers les trésors que d'incessants travaux ont acquis à la chimie organique. C'est en présence d'un besoin bien déterminé qu'elle examine ces trésors, cherchant et triant, et finit par mettre la main sur le chloroforme, qui répond si bien à son attente ; mais à mesure que le chimiste découvre de nouvelles réactions, la thérapeutique ne néglige pas d'en faire l'objet de ses remarquables spéculations, et c'est ainsi qu'elle découvre si heureusement l'action du chloral. C'est là une voie qui doit incontestablement offrir au développement de la thérapeutique un champ immense. Celui qui jette ses regards sur ce champ, celui qui sait avec quelle ardeur, quelle persévérance, quels soucis, avec quel amour, en un mot, les chimistes l'ont cultivé ; celui qui a vu comment ce champ, qui n'était qu'un désert dans les premières décades de notre siècle, s'est changé en une verdoyante oasis ; comment, par les soins d'infatigables travailleurs, il s'est transformé en un jardin fleuri ; celui qui connaît les fruits qu'a déjà produits ce jardin, celui-là, dis-je, ne doute pas qu'il n'y ait là pour la thérapeutique une source de riches récoltes, et que, si autrefois le problème qu'avaient à résoudre les chimistes était de déterminer la composition des substances reconnues comme médicinales, c'est maintenant au médecin à examiner les propriétés physiologiques des nombreuses substances qui sont nées des recherches systématiques du chimiste et à chercher à en tirer profit. Il faut dire que, dans de telles recherches, on devra faire un choix basé sur une profonde connaissance des choses ; on devra mettre en question la facilité de se procurer et de manier les diverses substances, et ne pas perdre de vue les rapports qui existent entre les corps déjà essayés et ceux qui sont encore à essayer. Souvent, l'étude d'une seule combinaison suffira pour donner une idée de l'action physiologique de tous les corps d'une série ; mais, toujours, les recherches faites dans ce sens exerceront une influence capitale sur le développement de la thérapeutique.

Il y a encore une autre direction dans laquelle la chimie organique a rendu des services à la thérapeutique. Chacun sait quelles singulières modifications peuvent éprouver les propriétés physiologiques d'une substance, quand elle s'unit avec un ou plusieurs éléments pour former une combinaison plus complexe. L'*arsenic* en est un exemple : combiné à l'oxygène ou à l'hydrogène, c'est-à-dire sous la forme d'*acide arsénieux* ou d'*hydrogène arsénié*, il constitue un poison mortel. Si, outre l'oxygène et l'hydrogène, il s'unit encore au carbone pour former un composé tel que l'*oxyde de cacodyle* ou les combinaisons de *tetraethylarsenium*, il perd ses propriétés vénéneuses. Ce n'est pas seulement l'introduction d'autres éléments qui influence les propriétés physiologiques d'un corps, celles-ci dépendent encore quelquefois de la manière dont se combinent ces éléments. Uni au carbone, à l'oxygène et à l'hydrogène, pour former de l'*émétique*, l'*antimoine* agit comme vomitif ; dans les combinaisons *stiboniées*, dans lesquelles il est uni aux mêmes éléments, il n'a plus aucune action. Le groupe des combinaisons du *cyanogène* présente des exemples encore plus frappants. L'acide *prussique* anhydre peut être mêlé avec cinquante fois son poids d'eau, et même plus, sans perdre ses propriétés vénéneuses. Unie chimiquement avec une ou deux molécules d'eau, sous forme d'amide formique ou de formiate d'ammoniaque, la molécule d'acide prussique a perdu toutes ses dangereuses propriétés. Ajoutons maintenant à la molécule de l'acide prussique un groupe formé de 1 atome de carbone et de 2 atomes d'hydrogène, c'est-à-dire introduisons y le radical *méthyle* ; suivant la place qu'occupera ce radical, suivant la manière dont il se combinera, nous obtiendrons deux corps de même composition, mais de propriétés différentes ; l'un, par son

odeur suffocante et ses propriétés vénéneuses, rappelle l'acide prussique ; l'autre, d'une odeur fortement aromatique, n'exerce plus sur l'organisme la moindre action fâcheuse. On a donc là une méthode de modifier les propriétés physiologiques d'un corps par l'addition d'un certain nombre d'atomes de carbone et d'hydogène, par l'introduction dans sa molécule du radical méthyle. Comment de telles expériences auraient-elles pu rester longtemps inutiles ? Déjà on a cherché à en faire profiter la thérapeutique, et nous avons vu se produire, dans ce but, les extensives recherches de Crum-Brown et de Fraser sur les changements qu'éprouvent les propriétés physiologiques de la *strychnine*, de la *brucine*, de la *thébaïne*, de la *codéine*, de la *morphine* et de de la *nicotine*, quand on introduit dans ces bases le radical méthyle, et, dans le même sens, les travaux de Jolyet et Cahours sur l'*aniline* et son dérivé méthylique.

Les limites dans lesquelles je dois naturellement me renfermer ne me permettent pas d'exposer un à un les résultats de ces recherches. Il y a cependant quelques faits indubitables que je veux vous signaler ; on a reconnu que les crampes reflexes que produit sur une grenouille l'administration de la morphine se réduisent à une simple paralysie quand la base a été *méthylisée*, et que les propriétés plus ou moins foudroyantes de la strychnine, de la brucine et de la thébaïne, sont presque éteintes dans leurs dérivés méthyliques. Ces derniers ne présentent plus que cette action sur l'extrémité des nerfs moteurs qui caractérise le poison des flèches indiennes, la *curarine*. Si, dès les premières recherches, nous voyons déjà opérer de telles modifications dans les propriétés si saillantes de corps bien connus, nous ne pouvons douter qu'à l'avenir on ne poursuive d'actives recherches dans cette voie.

Peut-être nous est-il réservé de voir s'opérer dans la thérapeutique une révolution comme celle qui s'est dernièrement accomplie sous nos yeux dans l'industrie de la teinture. La teinture moderne dédaigne de plus en plus de produire, comme autrefois, les différentes nuances par le mélange mécanique de plusieurs matières colorantes; c'est le même principe colorant qui, suivant la couleur que l'on se propose de produire, subit une modification chimique déterminée. Ce même radical méthylique, que nous avons vu dépouiller l'acide prussique de ses dangereuses propriétés, peut opérer dans les matières colorantes des modifications d'une variété infinie. Qu'on l'introduise dans la molécule de la rosaniline, cette base à laquelle nous devons la fuchsine, et ce rouge magnifique se trouvera converti en un violet splendide. L'introduction de deux, de trois radicaux méthyliques fait passer ce rouge violet au bleu violet et enfin au bleu. Encore deux groupes méthyliques de plus, et l'on obtient ce magnifique vert qui réjouit tant le cœur de la plus belle moitié du genre humain. La teinture moderne ne se contente pas du radical méthyle ; il y a d'autres radicaux, composés de carbone et d'hydrogène, de carbone et d'oxygène, d'oxygène et d'azote, dont elle se sert et qu'elle utilise avec les plus merveilleux résultats. Cette remarquable révolution, qui est maintenant dans la teinture un fait accompli, en est à peine, dans la thérapeutique, à ses premiers pas. Mais celui qui observe d'un œil attentif et avec réflexion le puissant mouvement que la chimie imprime aujourd'hui à toutes les sciences et à toutes les industries qui s'y rattachent, celui-là ne doute pas que, quelque variées que soient ces sciences et ces industries, les changements que produit ce mouvement s'effectuent tous dans le même sens, et que, de même qu'aujourd'hui la teinture n'a plus recours, pour atteindre son but, à des mélanges mécaniques, mais à des combinaisons chimiques, de même la thérapeutique ne tardera pas à s'engager dans la voie qui lui est tracée, et s'appliquera de plus en plus à modifier les propriétés physiologiques des médicaments, non plus au moyen de mélanges mécaniques dans la fiole du pharmacien, mais à l'aide de modifications chimiques de la molécule même du principe actif.

SUR L'ANTHRACÈNE ET SES DÉRIVÉS.

Par M. Émile Kopp (1).

ACTION DE L'ACIDE SULFURIQUE SUR LE BICHLORANTHRACÈNE $C^{14}H^8O^2$.

Le bichloranthracène peut être préparé soit par l'action directe du chlore sur l'anthracène (procédé indiqué ailleurs), soit en faisant passer un courant de chlore à travers de la benzine tenant environ 1/5 de son poids d'anthracène en suspension. Peu à peu, le mélange se convertit en une masse cristalline. On la jette sur un filtre en toile, on lave avec de la benzine froide, puis on fait sécher. La purification s'achève par distillation ou sublimation et recristallisation dans la benzine bouillante. On obtient de belles aiguilles d'un jaune doré.

Le bichloranthracène est fluorescent tout aussi bien à l'état solide qu'en solution alcoolique.

Lorsqu'on ajoute à une solution bouillante de bichloranthracène dans la benzine une solution semblable d'acide picrique, le mélange se colore en rouge foncé et laisse déposer par le refroidissement une masse de belles aiguilles rouges dont la composition est :

$$C^{14}H^8Cl^2, C^6H^3(NO^2)^3O.$$

Soumis à l'action de l'acide sulfurique fumant à chaud, le bichloranthracène se convertit en acide bisulfobichloranthracénique.

On ajoute à du bichloranthracène environ 5 fois son poids d'acide sulfurique fumant et l'on chauffe le mélange avec précaution pendant un temps très-peu prolongé au bain-marie ; le bichloranthracène se dissout graduellement avec une coloration verte. On verse alors la liqueur refroidie dans plusieurs fois son volume d'eau, ce qui fait virer la teinte verte au jaune, et l'on ajoute du carbonate de baryte jusqu'à ce que tout l'acide sulfurique libre soit précipité à l'état de sulfate barytique. On filtre alors et l'on concentre assez fortement la liqueur filtrée. Par le refroidissement (si la concentration a été poussée assez loin), l'acide bisulfobichloranthracénique cristallise en petites aiguilles oranges, qu'on sépare de l'eau mère par le filtre et qu'on fait sécher sur une plaque poreuse.

L'acide bisulfobichloranthracénique $C^{14}H^8Cl^2, 2SO^5 = C^{14}H^6Cl^2 \left\{ \begin{matrix} HSO^3 \\ HSO^3 \end{matrix} \right.$ est facilement soluble dans l'eau pure ; la solution concentrée qui présente une teinte jaune virant à l'orange est précipitée par l'addition d'un peu d'acide sulfurique ou chlorhydrique concentrés. La solution aqueuse diluée est remarquable par la beauté et l'intensité de sa fluorescence bleue.

L'acide, qui possède une saveur et des caractères acides très-prononcés, est bibasique et forme des sels dont la composition est représentée par la formule générale $C^{14}H^6Cl^2 \left\{ \begin{matrix} MSO^3 \\ MSO^3 \end{matrix} \right. = C^{14}H^6Cl^2M^2, 2SO^3$.

Ces sels sont jaunes ou oranges et plusieurs d'entre eux sont difficilement solubles dans l'eau. Les sels de sodium, baryum, calcium, strontium, sont solubles. Le sel de baryte (comme le sont, du reste, beaucoup de sels de baryte, par exemple, le chlorure de baryum) est insoluble dans l'acide hydrochlorique, et, par conséquent, précipité de ses solutions par l'addition de ce dernier acide.

Le *sel de sodium* $C^{14}H^6Cl^2(SO^3Na)_2$ se présente sous forme de petits cristaux oranges, facilement solubles dans de l'eau.

Desséché à 150 degrés, ce sel est anhydre.

Le *sel de baryum* $C^{14}H^6Cl^2(SO^3)_2Ba$, obtenu par double décomposition du chlorure de baryum avec le bisulfobichloranthracénate sodique, est un précipité jaune serin, très-peu soluble dans l'eau.

Le *sel de strontium* $C^{14}H^6Cl^2(SO^3)_2Sr$ forme des croûtes cristallines assez peu solubles dans l'eau.

Le *sel de calcium* est jaune et facilement soluble.

(1) Voir *Moniteur scientifique*, 15 août 1870, août et octobre 1871, janvier et mars 1872.

L'acide bisulfobichloranthracénique est converti avec la plus grande facilité par les agents oxydants en acide bisulfanthraquinonique. Même l'acide sulfurique réagit comme agent oxydant.

En effet, si, lors de la préparation de l'acide bisulfobichloranthracénique, après la production de la teinte verte intense, caractérisant la dissolution de bichloranthracène dans l'acide sulfurique, l'on continue à chauffer, alors, au bout de quelques secondes, la belle teinte verte disparaît et est remplacée par une teinte rouge fuchsine. Si, à ce moment, on ajoute de l'eau, une certaine quantité de bichloranthracène est encore précipitée non altérée ; mais, en continuant à chauffer, la teinte rouge disparaît à son tour, en même temps qu'il se dégage des gaz chlorhydrique et sulfureux. La transformation en acide bisulfanthraquinonique est alors opérée.

Les équations suivantes représentent ces réactions.

$$\underbrace{C^{14}H^8Cl^2}_{\text{Bichloranthracène.}} + 2(SO^4H^2) = \underbrace{C^{14}H^8Cl^2,2SO^3}_{\text{Acide bisulfo-bichloranthracénique.}} + 2H^2O,$$

$$\underbrace{C^{14}H^8Cl^2,2SO^3}_{\text{Acide bisulfo-bichloranthracénique.}} + SO^4H^2 = \underbrace{C^{14}H^8O^2,2SO^3}_{\text{Acide bisulfan-thraquinonique.}} + 2HCl + SO^2.$$

Sous l'influence des agents oxydants proprement dits (acide chromique, peroxyde de manganèse, acide nitrique, etc.), cette transformation est beaucoup plus rapide.

ACTION DE L'ACIDE SULFURIQUE SUR LE BIBROMANTHRACÈNE $C^{14}H^8Br^2$.

Le bibromanthracène (qui, avec l'acide picrique, forme aussi une combinaison cristallisable en aiguilles rouges $C^{14}H^8Br^2, C^6H^3(NO^2)_3O$) se comporte avec l'acide sulfurique concentré exactement comme le bichloranthracène.

A froid ou à une douce température il s'y dissout avec une belle couleur verte, donnant naissance à l'acide bisulfobichloranthracénique.

En chauffant davantage, la teinte verte est remplacée par une teinte rouge cramoisi, puis il se dégage des vapeurs de brome, et lorsque celles-ci disparaissent la conversion en acide bisulfanthraquinonique est opérée.

Les réactions sont représentées par les équations :

$$\underbrace{C^{14}H^8Br^2}_{\text{Bibromanthracène.}} + 2(SO^4H^2) = \underbrace{C^{14}H^8Br^2,2SO^3}_{\text{Acide bisulfo-bibromanthracénique.}} + 2H^2O,$$

$$\underbrace{C^{14}H^8Br^2,2SO^3}_{\text{Acide bisulfo-bibromanthracénique.}} + 2(SO^4H^2) = \underbrace{C^{14}H^8O^2,2SO^3}_{\text{Acide bisulfan-thraquinonique.}} + Br^2 + 2SO^2 + 2H^2O.$$

Les sels de l'acide bisulfobibromanthracénique sont tout à fait semblables aux sels de l'acide bisulfobichloranthracénique.

L'acide bisulfobibromanthracénique $C^{14}H^6Br^2(SO_3H)_2$ peut être obtenu cristallisé ; sa solution aqueuse étendue, de même que celle de ses sels, présente la fluorescence bleue.

Le *sel de sodium* $C^{14}H^6Br^2(SO^3Na)_2$ cristallise en petites aiguilles microscopiques très-solubles dans l'eau.

Le *sel de baryum* est facilement obtenu par double décomposition sous forme de précipité jaune très-peu soluble.

Des dérivés sulfuriques de l'anthracène et de l'anthraquinone on passe tout naturellement à l'alizarine $C^{14}H^8O^4$, qui n'est autre chose que l'anthraquinone $C^{14}H^8O^2$, dans laquelle 2 atomes d'hydrogène sont remplacés par 2 atomes d'hydroxyle $C^{14}H^8O^4 = C^{14}H^6O^2 \left\{ \begin{matrix} HO \\ HO \end{matrix} \right.$.

Préparation de l'alizarine.

La fabrication de l'alizarine artificielle au moyen de l'anthracène nous offre un nouvel exemple de la simplification extraordinaire apportée aux procédés de préparation, et de la réduction notable des prix de revient, lorsqu'il s'agit d'un produit chimique susceptible d'un

emploi industriel très-considérable. Esquissons rapidement l'histoire de cette fabrication.

Le premier procédé de MM. Græbe et Liebermann consistait à oxyder l'anthracène $C^{14}H^{10}$ pour le transformer en anthrachinone $C^{14}H^{8}O^{2}$, employant à cet effet de l'anthracène purifié, de l'acide acétique cristallisable et du bichromate de potasse ou de l'acide nitrique.

L'anthraquinone était ensuite convertie en dibromanthraquinone $C^{14}H^{6}Br^{2}O^{2}$, en chauffant sous pression pendant dix heures à 80° — 130° 1 molécule d'anthraquinone avec 2 molécules de brome.

Enfin, la dibromanthraquinone était chauffée de 180° — 260° sous pression avec une solution très-concentrée de potasse ou de soude caustique, pour faire substituer à Br^{2} 2 molécules d'hydroxyle $H^{2}O^{2}$, la convertissant ainsi en $C^{14}H^{8}O^{4}$ ou alizarine qui restait combinée à l'alcali et était finalement précipitée de sa solution par sursaturation avec un acide.

La variation de ce procédé consistait à soumettre l'anthracène $C^{14}H^{10}$ à l'action d'un excès de brome, le convertissant ainsi en $C^{14}H^{8}Br^{6}$. Ce composé, traité par la potasse alcoolique, perd $H^{2}Br^{2}$, se convertissant en $C^{14}H^{6}Br^{4}$. Ce dernier produit, oxydé par l'acide nitrique ou le bichromate de potasse, fournit enfin $C^{14}H^{6}Br^{2}O^{2}$, que la fusion avec l'alcali caustique convertit enfin en alizarine.

La première grande simplification fut la substitution de l'acide sulfurique au brome.

M. Perkin conseilla de traiter à chaud (à 260 degrés) l'anthrachinone $C^{14}H^{8}O^{2}$ par l'acide sulfurique concentré, produisant ainsi l'acide disulfanthrachinonique $C^{14}H^{6}(SO^{3}H)^{2}O^{2}$ qui, fondu avec la soude caustique 2(NaOH), échangeait 2HO contre $2(SO^{3}H)$, produisant ainsi l'alizarine $C^{14}H^{8}O^{4}$.

M. Perkin observe à cette occasion qu'il existe un produit intermédiaire entre l'acide disulfanthrachinonique et l'alizarine, ayant la formule $C^{14}H^{6}\left\{\begin{matrix}SO^{3}H\\HO\end{matrix}\right\}O^{2}$, et fournissant avec les alcalis des combinaisons d'un beau bleu.

MM. Græbe et Liebermann, à leur tour, proposèrent en même temps de simplifier encore davantage la préparation en convertissant de suite l'anthracène en acide disulfanthracénique, lequel est beaucoup plus facile à oxyder que l'anthracène en donnant naissance à l'acide disulfanthrachinonique.

$$C^{14}H^{10} + 2SO^{4}H^{2} = C^{14}H^{8}(SO^{3}H)^{2} + 2H^{2}O$$
$$C^{14}H^{8}(SO^{3}H)^{2} + O^{3} = C^{14}H^{6}O^{2}(SO^{3}H)^{2} + H^{2}O.$$

On opère comme suit :

1 partie d'anthracène est chauffée avec 4 parties d'acide sulfurique de 1.848, pesanteur spécifique, pendant quelques heures à 100 degrés, puis pendant une heure à 150 degrés.

On obtient ainsi l'acide disulfanthracénique. Après refroidissement, le liquide acide est étendu de 3 fois son poids d'eau, puis l'on y ajoute 2 à 3 fois le poids de l'anthracène en peroxyde de manganèse (MnO^{2}).

On fait bouillir pendant quelque temps ou même l'on évapore avec précaution à siccité. On dissout le produit dans beaucoup d'eau et l'on sursature par de la chaux, qui précipite du sulfate de chaux et de l'oxyde de manganèse.

L'on filtre et l'on décompose le disulfanthrachinonate de chaux en solution par du carbonate de soude pour précipiter toute la chaux et obtenir le disulfanthrachinonate de soude. Ce dernier sel étant évaporé à siccité et mélangé avec 2 à 3 fois son poids de soude hydratée fondue, dissoute dans le moins d'eau possible, l'on chauffe le mélange pendant environ une heure de 180° — 260°, jusqu'à ce que la matière dissoute dans l'eau présente une belle teinte violette bleuâtre, et fournisse par l'addition d'un acide un précipité considérable d'alizarine brun orange ou jaune verdâtre.

MM. Dale et Schorlemmer ont encore simplifié le procédé de préparation en substituant au peroxyde de manganèse le chlorate ou nitrate de potasse.

Ils opèrent comme suit (Patente anglaise du 24 janvier 1870) :

L'acide disulfanthracénique brut étendu d'eau est saturé par les carbonates de $K^{2}O$, $Na^{2}O$, CaO, BaO. On élimine les sulfates soit par cristallisation, soit par filtration. La solution est mélangée avec de la soude caustique en excès, à laquelle on ajoute une quantité de salpêtre ou de chlorate de potasse en poids environ égal à celui de l'anthracène employé. On évapore à

sec et l'on chauffe entre 180° et 260°, jusqu'à ce que la transformation en alizarine se soit effectuée et que la masse dissoute dans l'eau présente une teinte violette bleuâtre foncé. De cette solution on précipite l'alizarine à la manière ordinaire par sursaturation par un acide minéral (SO^4H^2 ou HCl).

Voici la date des patentes anglaises et françaises les plus importantes concernant la fabrication de l'alizarine artificielle.

Patentes anglaises.

Premier brevet de MM. Græbe et Liebermann, 18 novembre 1868. — *Préparation de l'alizarine par la dibromanthraquinone.*

Second brevet de MM. Caro, Græbe et Liebermann, 25 juin 1869. — *Préparation de l'alizarine par l'acide bisulfanthraquinonique, préparé soit par l'action de l'acide sulfurique sur l'anthraquinone, soit par l'oxydation de l'acide bisulfanthracénique.*

Ce brevet se trouve reproduit *in extenso* dans le *Moniteur scientifique*, vol. XII, 1870, p. 414.

Brevet de M. Perkin, 26 juin 1869 (seulement vingt-quatre heures plus tard que le brevet précédent). — *Préparation de l'alizarine par l'acide bisulfanthraquinonique préparé directement par l'action de l'acide sulfurique sur l'anthraquinone.*

Brevet de MM. Dale et Schorlemmer, 24 janvier 1870.

Brevets français.

Premier brevet de MM. Græbe et Liebermann, 14 décembre 1868.

Brevet de MM. Brönner et Gutzkow, 29 mai 1869. — *Emploi de l'acide sulfurique et de l'acide bisulfanthraquinonique pour préparer l'alizarine.*

Addition au brevet Græbe et Liebermann, 3 novembre 1869. — *Action de l'acide sulfurique sur l'anthraquinone pour préparer l'alizarine.*

Brevet Caro, Græbe et Liebermann (brevet complet), 18 janvier 1870.

L'on voit par ces dates que c'est dans le brevet Brönner et Gutzkow (mentionné dans le *Moniteur scientifique*, vol. XI, 1869, p. 851 et 865) qu'on trouve indiqué pour la première fois, et un mois complet avant la prise des patentes anglaises de Caro, Græbe et Liebermann, ainsi que de Perkin, le fait important de la substitution de l'acide sulfurique au brome et de la possibilité de préparer l'alizarine au moyen de l'acide bisulfanthraquinonique.

Pour cette raison, nous dirons quelques mots de ce brevet, qui, du reste, à cause de sa description tout à fait incomplète, à cause des inexactitudes qu'il renferme et surtout à cause de l'omission involontaire ou volontaire d'une des réactions les plus importantes, ne présente aucune valeur légale, ne peut conférer aucun droit d'exploitation exclusive et fait tomber dans le domaine public tout ce qu'il renferme de réellement nouveau et utile.

Nous pensons que le brevet Brönner et Gutzchow pourrait bien être interprété de la manière suivante, qui fera ressortir le procédé véritablement suivi et que la description obscure et incomplète rendait méconnaissable.

L'anthracène traité par 2 fois son poids d'acide nitrique de 1.3 — 1.4 densité (probablement ce n'était que de l'acide nitrique de 1.3, pesanteur spécifique, qui était employé) est partiellement transformé en anthraquinone.

(En effet, la quantité d'acide nitrique, surtout en employant un acide nitrique faible, est insuffisante pour convertir tout l'anthracène en anthraquinone, et, d'un autre côté, la production de composés nitrés est en grande partie évitée, précisément par l'emploi d'acide nitrique suffisamment affaibli.)

Le mélange d'anthracène et d'anthraqunione est maintenant traité par l'acide sulfurique concentré. (Ce brevet n'indique pas la température, mais il est probable qu'on chauffait à une température assez élevée.)

Le résultat de ce traitement est la production, d'un côté, d'acide bisulfanthraquinonique, et, de l'autre côté, d'acide bisulfanthracénique.

Pour convertir l'acide bisulfanthracénique en acide bisulfanthraquinonique, il faut faire usage de substances oxydantes. Il est possible qu'on ait pendant quelque temps fait usage de nitrate mercureux, peut-être aussi s'est-on contenté d'acide nitrique, de bichromate de potasse, de peroxyde de manganèse, etc.

Quoi qu'il en soit, il est certain qu'on pourrait arriver de cette manière, surtout en chauffant suffisamment longtemps, en évaporant à siccité, de convertir le tout en acide bisulfanthraquinonique, tout en se débarrassant de l'excès de l'agent oxydant.

Le résultat de ces opérations est maintenant traité par un alcali caustique. (C'est ici que se trouve la plus grande lacune dans le brevet) (1).

Le mélange d'acide sulfurique libre et d'acide bisulfanthraquinonique résultant des réactions précédentes est d'abord saturé soit par du carbonate de soude, soit par du carbonate de potasse, soit même par ces alcalis caustiques. Les acides libres sont ainsi convertis en sels.

Évidemment, l'emploi de la chaux est plus avantageux, puisqu'il permet de débarrasser la solution de la presque totalité des sulfates.

Cependant, il ne faut pas oublier que, d'un mélange de sulfate et de bisulfanthraquinonate de potasse, l'on peut éliminer par cristallisation la majeure partie du sulfate de potasse qui, n'étant pas très-soluble dans l'eau, se dépose facilement.

Par décantation, l'on obtient une solution renfermant en majeure partie du sulfanthraquinonate potassique. Le sulfate de soude peut également être éliminé en bonne partie par cristallisation de sel de Glauber.

Le brevet n'indique pas la quantité d'alcali caustique ajoutée, mais il est plus que probable qu'en en employant un grand excès, de manière que la liqueur, séparée du dépôt cristallin de sulfate de potasse ou de soude, renfermait, sur 1 partie de sulfanthraquinonate potassique ou sodique, 2 à 3 parties d'hydrate de potasse ou de soude caustique.

Bien évidemment, ce n'est pas à cette solution qu'on ajoutait de suite un acide; mais l'on évaporait d'abord à siccité, l'on fondait le tout à une température entre 200 et 260 degrés, de manière à convertir le bisulfanthraquinonate alcalin en alizarate alcalin; l'on redissolvait la masse fondue dans l'eau, l'on filtrait, et ce n'est qu'après ces opérations importantes (non mentionnées dans le brevet) qu'on précipitait l'alizarine fournie par l'addition d'un acide minéral.

C'est là, à notre avis, le procédé latent déposé dans le brevet Brœnner et Gutzkow, et c'est d'après ce procédé que MM. Meister, Lucius et Comp. ont fabriqué les premières quantités d'alizarine artificielle qu'ils ont livrées au commerce.

L'on ne peut méconnaître que dans ce procédé se retrouvent virtuellement les deux opérations les plus importantes des patentes et brevets postérieurs de MM. Caro, Græbe et Liebermann, savoir : la préparation d'acide bisulfanthraquinonique par la réaction de l'acide sulfurique sur l'anthraquinone, puis la formation d'acide bisulfanthraquinonique par oxydation de l'acide sulfanthracénique; enfin, l'obtention de l'alizarine par transformation de l'acide bisulfanthraquinonique sous l'influence des alcalis caustiques.

Du reste, l'idée de l'emploi des sulfoacides paraissait si naturelle que déjà, au mois de mars 1869, avant que rien ne fût connu des procédés employés pour préparer l'alizarine, et lorsque MM. Græbe et Liebermann avaient seulement annoncé dans une séance de la Société chimique de Berlin qu'ils avaient réussi à reproduire artificiellement l'alizarine, M. Charles Lauth (*Bulletin de la Société chimique*, 1869, 1er semestre, XI, p. 271), en rendant compte de cette séance, s'exprimait ainsi :

« Les auteurs n'ont pas jusqu'ici publié leur procédé; ils ont seulement annoncé qu'ils « partaient de l'anthracène. On se rappelle que, l'an dernier, ils ont fait voir qu'en traitant « l'alizarine (extraite de la garance) par de la poudre de zinc, on obtient de l'anthracène, et « ils en ont conclu que l'alizarine dérive non pas de la naphtaline, comme on l'avait toujours « supposé, mais bien de l'anthracène.

« Il est possible qu'on arrive à préparer l'alizarine en décomposant par l'action de la soude « (soude caustique hydratée) l'acide sulfanthracénique; le phénol résultant de cette réaction « sera peut-être l'alizarine elle-même ou un produit qui, sous l'influence d'agents oxydants, « donnera l'alizarine. »

---

(1) Le brevet que nous avons publié dans le numéro de mars, page 274, est celui que M. Kopp discute en ce moment. Nous l'avions trouvé dans un journal allemand, et la date donnée à ce brevet nous avait trompé, n'ayant pas vérifié s'il était le même que celui de mai 1869. Dr Q.

Voyons maintenant comment se pratique la préparation de l'alizarine artificielle, d'après le procédé reconnu jusqu'ici comme le plus économique et le plus avantageux.

Après s'être procuré, par les moyens déjà indiqués, de l'anthracène suffisamment pur, on le traite par l'acide sulfurique concentré ordinaire (66° Baumé) pour le convertir en acide bisulfanthracénique $C^{14}H^{10},2SO^3 = C^{14}H^8 \begin{cases} SO^3H \\ SO^3H \end{cases}$.

A cet effet, sur 1 partie d'anthracène en poudre, on verse 4 à 6 parties d'acide sulfurique. (Il vaut mieux prendre un excès que trop peu d'acide ; l'excès d'acide sulfurique favorise la formation de l'acide bisulfanthracénique et peut être éliminé plus tard très-facilement et à peu de frais.) Le mélange prend aussitôt une couleur foncée vert noirâtre et dégage en même temps du gaz sulfureux. On remue bien et l'on chauffe pendant deux à trois heures au bain-marie ou à 100 degrés. Il est bon d'opérer dans des vases couverts, d'abord pour éviter que l'acide sulfurique ne s'affaiblisse par l'absorption de vapeur d'eau, et ensuite pour ne pas perdre une certaine quantité d'anthracène qui se sublime du mélange lorsqu'on élève plus tard davantage la température. La température du mélange est ensuite portée graduellement à 150 degrés et même beaucoup plus haut, à 200 degrés et au delà.

Il faut chauffer assez longtemps pour obtenir la conversion de tout l'anthracène en acide bisulfanthracénique, ce qu'on reconnaît en dissolvant de temps en temps une petite quantité du liquide acide dans beaucoup d'eau.

La solution, quoique d'une couleur foncée, doit cependant être tout à fait claire et limpide, et ne pas laisser déposer d'anthracène.

Tout l'anthracène non combiné est pour ainsi dire perdu, car il faudrait étendre de beaucoup trop d'eau pour qu'il se déposât ou pour qu'on pût le séparer par filtration.

La réaction étant assurée, on laisse refroidir et l'on étend ensuite ce produit de 3 à 4 fois son poids d'eau. La solution est immédiatement portée à l'ébullition et l'on y projette une quantité de bon peroxyde de manganèse, très-finement pulvérisé, représentant 3 à 4 fois le poids de l'anthracène employé. L'on entretient une vive ébullition en agitant fréquemment pour faciliter l'attaque du peroxyde de manganèse et l'oxydation de l'acide bisulfanthracénique à l'état d'acide bisulfanthraquinonique.

$$\underbrace{C^{14}H^{10},2SO^3}_{\text{Acide bisulfan-thracénique.}} + \underbrace{3MnO^2}_{\text{Peroxyde de manganèse.}} + \underbrace{3SO^4H^2}_{\text{Acide sulfurique.}} = \underbrace{C^{14}H^8O^2,2SO^3}_{\text{Acide bisulfan-thraquinonique.}} + \underbrace{3(SO^4Mn)}_{\text{Sulfate manganeux.}} + 4H^2O$$

Il est toujours prudent d'employer un excès de peroxyde de manganèse.

L'opération peut très-bien s'effectuer dans des vases en fonte émaillée.

Pour être certain d'une oxydation complète, l'on concentre fortement la liqueur par évaporation, le peroxyde de manganèse abandonnant plus facilement son oxygène en présence d'acide sulfurique un peu concentré.

L'on peut même évaporer jusqu'à siccité, mais alors il faudra prendre des précautions, d'un côté pour ne pas altérer le produit, et, de l'autre, pour ne pas détériorer les vases dans lesquels on opère.

Le produit de l'opération sera un mélange d'acides sulfanthraquinonique et sulfurique encore libres, de sulfate de manganèse et de l'excès de peroxyde de manganèse. Il renfermera, en outre, les impuretés de ce dernier.

On dissout alors le tout dans une assez grande quantité d'eau bouillante et, sans filtrer, l'on ajoute un petit excès de lait de chaux jusqu'à réaction franchement alcaline.

Il se forme un précipité très-volumineux d'hydrate d'oxyde manganeux et de sulfate de chaux. On décante la liqueur claire, on jette le magma, qui se colore rapidement en brun foncé, sur un grand filtre en toile ; on l'y lave avec une certaine quantité d'eau chaude ; enfin, on l'exprime très-fortement.

Les liqueurs réunies sont maintenant une solution de bisulfanthraquinonate de chaux renfermant encore un peu de sulfate de chaux.

Après les avoir laissé se clarifier complétement par le repos, l'on décante la partie limpide dans une chaudière en tôle ou en fonte, on porte à l'ébullition et l'on ajoute du carbonate de soude ou de potasse tant qu'il se forme encore un précipité de carbonate de chaux.

Toute la chaux ayant été précipitée, l'on continue l'ébullition encore pendant quinze à vingt minutes, pour que le carbonate devienne lourd et grenu, et se dépose avec une grande rapidité.

On décante alors la solution qui renferme le bisulfanthraquinonate de potasse ou de soude avec un peu de sulfate des mêmes bases, l'on jette le précipité sur un filtre et on le lave avec de l'eau chaude.

Toutes les liqueurs étant réunies dans la chaudière, l'on évapore à siccité pour obtenir le bisulfanthraquinonate alcalin sec.

Ce sel, ayant été recueilli et pulvérisé grossièrement, est mélangé avec 2 à 3 fois son poids de potasse ou de soude caustique fondue, et le tout introduit dans le vase en fer ou en cuivre dans lequel doivent se faire la fusion et la conversion du bisulfanthraquinonate alcalin en alizarate potassique ou sodique.

Il est avantageux d'ajouter un peu d'eau pour faciliter la fonte de l'alcali caustique et son mélange intime avec le bisulfosel.

On procède alors à la fusion soit au bain d'huile, soit à feu nu.

Cette phase de la préparation est sans contredit la plus délicate et la plus difficile, et celle dont dépend surtout la réussite de l'opération.

Elle exige beaucoup d'attention et une certaine expérience pratique.

L'on chauffe graduellement jusqu'à 180 et 200 degrés, en remuant constamment et en prenant garde que la masse qui se boursouffle ne déborde.

Peu à peu elle prend une couleur bleue de plus en plus intense; la température est graduellement augmentée jusqu'à 250° — 260°.

Sur les bords l'on voit la coloration prendre un reflet bleu violacé.

L'opération entre alors dans sa seconde période. Dans la première, l'acide bisulfanthraquinonique $C^{14}H^{8}O^{2},2SO^{3} = C^{14}H^{6}O^{2}\left\{\begin{matrix}SO^{3}H\\SO^{3}H\end{matrix}\right.$ se transforme en acide sulfoxyanthraquinonique $C^{14}H^{6}O^{2}\left\{\begin{matrix}SO^{3}H\\OH\end{matrix}\right. = C^{14}H^{8}O^{3},SO^{3}$, qui, avec l'excès d'alcali, produit des sels d'une couleur bleue.

Dans la seconde période, l'acide sulfoxyanthraquinonique échange à son tour le second reste $SO^{3}H$ contre l'hydroxyle HO et se convertit en alizarine $C^{14}H^{6}O^{2}\left\{\begin{matrix}HO\\HO\end{matrix}\right. = C^{14}H^{8}O^{4}$, qui donne, avec les alcalis, des sels d'un bleu violet foncé.

Si l'on chauffe trop fortement ou trop longtemps, une partie de l'alizarine peut se détruire, donnant naissance à d'autres produits; il peut même arriver que l'acide bisulfanthraquinonique non encore décomposé se réduise aux dépens d'une partie d'alizarine déjà formée pour repasser soit à l'état d'acide monosulfanthraquinonique, soit à l'état d'anthraquinone et même à l'état d'anthracène.

L'acide monosulfanthraquinonique sous l'influence de l'alcali hydraté peut donner naissance à l'oxyanthraquinone $C^{14}H^{8}O^{3}$.

Pour suivre pas à pas les progrès de la transformation, l'on prend de temps à autre une petite quantité de la masse fondue, on la dissout dans un peu d'eau et l'on y ajoute quelques gouttes d'acide sulfurique un peu étendu. Si l'opération a bien réussi, l'on doit obtenir un abondant précipité de flocons jaune orange plus ou moins brunâtre et la liqueur acide est peu colorée.

S'il ne se précipite que quelques rares flocons et que la liqueur acide conserve une teinte orange brune, c'est un indice qu'il ne s'est encore formé principalement que de l'acide sulfoxyanthraquinonique, dont la solubilité dans l'eau est assez considérable. Il faut alors continuer de chauffer et même augmenter un peu la température.

Pour distinguer l'oxyanthraquinone, qui est presque insoluble dans l'eau et ressemble beaucoup à l'alizarine, de cette dernière, l'on peut faire usage d'éther, qui dissout assez facilement l'alizarine et fort peu l'oxyanthraquinone.

Ayant dissous un peu de la masse en fusion dans l'eau et ayant obtenu un précipité jaune brunâtre assez abondant par l'addition d'acide sulfurique, on verse la liqueur trouble dans

un tube à réaction et on l'y agite avec son volume d'éther ; si celui-ci se colore fortement et que, par contre, la liqueur aqueuse s'éclaircit, le précipité est de l'alizarine ; dans le cas contraire, le précipité est principalement formé d'oxyanthraquinone.

L'opération de la fusion étant achevée, on laisse refroidir et on dissout la masse alcaline dans 5 à 6 fois son poids d'eau.

S'il reste un résidu insoluble, on décante la liqueur claire ou bien l'on filtre à travers une toile.

La liqueur alcaline, qui doit être limpide tout en étant colorée en bleu violacé intense, est alors sursaturée par de l'acide sulfurique un peu étendu ou par de l'acide chlorhydrique, ce qui occasionne un dégagement abondant de gaz acide sulfureux et la précipitation de l'alizarine. Après refroidissement complet, cette dernière est recueillie sur un filtre et lavée à l'eau froide jusqu'à ce que l'eau de lavage ne présente plus de réaction acide. Elle peut alors servir à tous les usages de la teinture et de la toile peinte.

Examinons maintenant encore très-succintement la formation de l'alizarine dans la racine de garance.

ÉTAT DE L'ALIZARINE DANS LA GARANCE.

Il est aujourdhui démontré que l'alizarine n'existe pas toute formée dans la racine fraîche de garance, mais qu'il s'y trouve un glucoside assez stable qui, sous l'influence d'un ferment ou des acides énergiques, surtout à l'aide d'une élévation de température, se scinde en sucre et en alizarine.

Déjà, en 1828 (*Poggendorff's Annalen*, XIII, p. 261), on avait émis l'opinion que l'alizarine se trouvait dans la garance combinée à du sucre ou à une substance semblable.

M. Decaisne démontra en 1837 (*Journal de Pharmacie*, XXIV, p. 424), à la suite de recherches microscopiques sur les racines fraîches de garance, que l'alizarine n'y existait pas, mais s'y formait peu à peu aux dépens d'une matière plus soluble ; il attribua cette formation à une oxydation.

En 1847, M. Schunck (*Ann. Chem. Pharm.*, LXVI, p. 174) parvint à isoler de la garance une matière qu'il nomma rubiane, laquelle, sous l'influence des acides, se décompose en sucre et en alizarine. Il lui assigna la formule $C^{52}H^{48}O^{27}$, ou bien $C^{28}H^{34}O^{15}$.

Cette même matière fut obtenue à l'état pur par M. Rochleder (*Ann. Chem. Pharm.*, LXXX, p. 321) et nommée par lui acide rubérythrique. Il lui assigna d'abord la formule $C^{56}H^{40}O^{20}$; plus tard celle $C^{56}H^{62}O^{31}$, ou presque $C^{27}H^{30}O^{15}$.

En 1860, E. Kopp basa son procédé industriel de fabrication de l'alizarine et de la purpurine sur la stabilité des glucosides de ces deux matières colorantes en présence de l'acide sulfureux, et sur l'altérabilité bien plus grande du glucoside et de la purpurine comparativement au glucoside (rubiane ou acide rubérythrique) de l'alizarine.

Gerhardt avait proposé de donner au glucoside de l'alizarine la formule $C^{16}H^{16}O^{8}$, + Aq, prenant pour base la formule alors admise pour l'alizarine $C^{10}H^{6}O^{3}$.

Il se rendait compte de sa transformation en alizarine par l'équation suivante :

$$\underbrace{C^{16}H^{16}O^{8}}_{\text{Rubiane.}} + H^{2}O = \underbrace{C^{10}H^{6}O^{3}}_{\text{Alizarine.}} + \underbrace{C^{6}H^{12}O^{6}}_{\text{Glucose.}}$$

Aujourd'hui qu'il est bien constaté que la formule de l'alizarine est $C^{14}H^{8}O^{4}$, MM. Græbe et Liebermann proposent pour l'acide rubérythrique (ou la rubiane) la formule $C^{26}H^{28}O^{14}$.

La production de l'alizarine serait représentée par l'équation :

$$\underbrace{C^{26}H^{28}O^{14}}_{\text{Acide rubérythrique.}} + 2H^{2}O = \underbrace{C^{14}H^{8}O^{4}}_{\text{Alizarine.}} + \underbrace{2(C^{6}H^{12}O^{6})}_{\text{Glucose.}}$$

Si l'on admettait avec Gerhardt qu'il ne se forme qu'un équivalent de glucose, l'acide rubérythrique aurait pour formule : $C^{20}H^{18}O^{9}$, et la réaction s'exprimerait par l'équation :

$$\underbrace{C^{20}H^{18}O^{9}}_{\text{Acide rubérythrique.}} + H^{2}O = \underbrace{C^{14}H^{8}O^{4}}_{\text{Alizarine.}} + \underbrace{C^{6}H^{12}O^{6}}_{\text{Glucose.}}$$

La formule proposée par MM. Græbe et Liebermann a cependant pour elle plus de probabilité, non-seulement parce qu'elle s'accorde mieux avec les nombres trouvés par l'analyse

pour l'acide rubérythrique, mais encore parce qu'elle permet de ranger cet acide dans la classe des quinones et de rendre compte facilement du mode de dédoublement en alizarine et glucose. En effet, avec la formule $C^{26}H^{28}O^{14}$, on a :

$$\underbrace{C^{14}H^{6}(O_2)'' \left\{ \begin{matrix} O - C^6H^6(HO)_5 \\ O - C^6H^6(HO)^5 \end{matrix} \right.}_{\text{Acide rubérythrique.}} + 2H^2O = \underbrace{C^{14}H^6(O)_2'' \left\{ \begin{matrix} OH \\ OH \end{matrix} \right.}_{\text{Alizarine.}} + \underbrace{2C^6H^6(OH)^6}_{\text{Glucose.}}$$

D'après l'analogie, l'on peut admettre pour le glucoside, qui donne naissance à la purpurine, la formule $C^{26}H^{28}O^{15}$. La réaction serait représentée par l'équation :

$$\underbrace{C^{26}H^{28}O^{15}}_{\text{Glucoside de la purpurine.}} + 2H^2O = \underbrace{C^{14}H^8O^5}_{\text{Purpurine.}} + \underbrace{2(C^6H^{12}O^6)}_{\text{Glucose.}}$$

Il ne serait cependant pas impossible que la formule du glucoside de la purpurine fût plus simple et représentée par $C^{20}H^{18}O^{10}$.

L'équation de décomposition serait alors :

$$\underbrace{C^{20}H^{18}O^{10}}_{\text{Glucoside de la purpurine.}} + H^2O = \underbrace{C^{14}H^8O^5}_{\text{Purpurine.}} + \underbrace{C^6H^{12}O^6}_{\text{Glucose.}}$$

On ne connaît encore rien sur ce glucoside de la purpurine, si ce n'est qu'il est bien plus altérable et instable que celui de l'alizarine ou l'acide rubérythrique.

Cela résulte évidemment du fait que, dans le procédé de traitement de la garance de E. Kopp, la solution sulfureuse des deux glucosides laisse déposer toute la purpurine, au bout d'une quinzaine de jours, même en vase clos, tandis que, après séparation de la purpurine, l'eau mère, renfermant encore l'acide rubérythrique, peut être conservée presque indéfiniment et même concentrée à l'état syrupeux à une douce chaleur, sans qu'il se dépose de l'alizarine.

(La suite prochainement.)

DU CAOUTCHOUC ET DE LA GUTTA-PERCHA,

SPÉCIALEMENT ÉTUDIÉS AU POINT DE VUE CHIMIQUE.

Par T.-M. Blossom,

Ingénieur des mines, essayeur à l'Ecole des mines, Columbia Collége.

(Suite.) (1)

VULCANISATION DU CAOUTCHOUC.

En résumé, nous avons parlé jusqu'ici de la découverte du caoutchouc et de la gutta-percha, nous avons énuméré succinctement les origines botanique et géographique de ces substances, et décrit avec beaucoup de détails leurs propriétés physiques et chimiques. Ces produits, riches de promesses, firent espérer que leur application servirait à protéger l'homme contre les intempéries des saisons et les causes de maladies, et que leur emploi dans la fabrication des instruments de chirurgie rendrait les opérations moins douloureuses; on comprit, en un mot, que le caoutchouc ne serait pas exclusivement utilisé pour effacer les marques de crayon. Les objets en caoutchouc furent fabriqués de deux manières : 1° par le traitement mécanique direct de la gomme après un simple lavage; 2° par la dissolution de la gomme dans un dissolvant qui laissait, en s'évaporant, une couche mince de caoutchouc adhérent à la surface sur laquelle la solution avait été étendue. La première méthode servit à confectionner des tissus de bretelles, etc.... composés de fils de caouchouc recouverts de coton, de soie, ou de toute autre matière : avec le second système on fabriqua des articles à grande surface, que l'on recouvrit de la matière, tels que par-dessus, bâches, etc....

La nature de ce mémoire ne comportant pas la description des diverses méthodes em-

(1) Voir *Moniteur scientifique*, novembre et décembre 1871, janvier et mars 1872.

ployées de fabrication, nous renverrons le lecteur, désireux de connaître ces procédés, aux ouvrages bien connus de technologie qui traitent ce sujet, et en particulier au *Manuel du fabricant de caoutchouc* (Encyclopédie Roret).

On s'aperçut bientôt que les objets ainsi fabriqués, et surtout ceux qui l'étaient avec le caoutchouc dissous dans de la térébenthine, ne tardaient pas à subir une certaine décomposition, lorsqu'ils étaient exposés à l'air chaud, et finissaient par se détruire complétement. « C'est un fait bien connu, » dit M. Charles Goodyear, « que des objets même vulcanisés, s'ils n'ont pas été convenablement fabriqués, ou parfaitement chauffés, se décomposeront à la seconde année de leur usage, après avoir paru très-solides pendant la première. »

L'article Mackintosh, fabriqué en Angleterre, et pour lequel on faisait usage du caoutchouc dissous, était moins sujet à se détériorer et à se décomposer, parce que la gomme se trouvait étendue entre deux tissus. Et même dans ces vêtements la gomme se fondait et traversait la trame de l'étoffe, lorsqu'ils étaient portés dans un climat chaud, ou par des personnes sujettes à une abondante transpiration; dans tous les cas, ceux qui les achetaient étaient avertis de ne pas les garder sur eux trop près du feu. Ce grave inconvénient auquel on ne put remédier entraîna la ruine de plusieurs grandes manufactures, à Boston, South-Boston, Chelsea, Woburn et Framingham (Massachussetts), et à Staten-Island et Troy (New-York), pour l'établissement desquelles on avait dépensé 50,000 à 500,000 dollars. Les fabricants suivaient tous une mauvaise voie, et quand on considère les grands obstacles qui s'opposaient à la solution de la difficulté, on est forcé d'avouer qu'ils n'eussent pas mieux fait, s'ils eussent été avertis de leur erreur. M. Goodyear nous dit que l'idée généralement admise par tous les manufacturiers et par lui-même était « que pour arriver à une fabrication parfaite, il suffirait de restituer à la gomme ses qualités naturelles. » On attribuait, en grande partie, les inconvénients que nous avons signalés à l'action des dissolvants dans le second degré de la fabrication. Or, il advint que M. Goodyear se trouva, un certain jour, vivement impressionné par la découverte qu'il fit au marché de quelques barils de jus de caoutchouc conservé à l'état émulsif par le moyen, dit-il, de *l'alcool* (?) Le succès lui apparut, et il rentra chez lui pour rêver à son aise aux horizons brillants qui s'ouvraient devant lui. A son lever, le lendemain matin, il s'aperçut que les quelques remarques qu'il s'était faites à haute voix n'avaient pas été perdues par l'Irlandais qui lui servait d'aide, car il se présenta à lui, les jambes ornées d'un superbe pantalon enduit de caoutchouc. Jerry avait le visage radieux et tout souriant, lorsqu'en s'asseyant à côté du feu pour accomplir sa tâche journalière, consistant à mélanger la gomme, il fit part à son maître du baptême qu'il avait administré à son vêtement dans le baril de jus. Mais sa joie ne fut pas de longue durée, et sa contenance, quand il essaya de se lever, serait plus facile à imaginer qu'à décrire. Jerry se trouva non seulement collé sur son siége, mais découvrit encore que ses deux jambes avaient formé entre elles une si étroite alliance, qu'il ne put la rompre que par un pénible dépouillement. Cette expérience convainquit M. Goodyear que « la propriété adhésive est inhérente à la gomme native, et n'est pas la conséquence d'une fabrication imparfaite. »

Nous ne pouvons donner ici le récit de toutes les tentatives et de toutes les expériences que fit M. Goodyear pour découvrir les moyens de prévenir la décomposition et l'adhérence des objets en caoutchouc. Nous mentionnerons simplement les circonstances qui se rapportent immédiatement à sa découverte. Pour plus amples renseignements, nous renverrons le lecteur à l'ouvrage de M. Goodyear, intitulé : *De la gomme élastique, et de ses variétés, avec un exposé détaillé de ses applications et de ses usages, ainsi que de la découverte de la vulcanisation.*

Pendant l'été de 1838, M. Goodyear fit la connaissance de Nathaniel Hayward qui avait été contre-maître de l'usine de *Eagle Company* à Woburn, où on employait le soufre, pour en imprégner le dissolvant. Ce fut donc par lui que M. Goodyear fut initié à l'usage du soufre comme *siccatif* de la gomme élastique. M. Goodyear prit, le 24 février 1839, un brevet d'invention pour établir en sa faveur la priorité de la combinaison du soufre avec le caoutchouc. « On remarquera, dit-il, que cette patente se rapportait à l'emploi du soufre, et non au procédé de chauffage ou vulcanisation, qui fut découvert plus tard. » M. Goodyear fabriqua un grand nombre d'articles renfermant du soufre, mais tous se décomposèrent en très-peu de

temps. En expérimentant sur un morceau de la composition qui n'avait pas réussi, pour reconnaître comment elle se comportait en présence de la chaleur, il s'aperçut que l'échantillon, mis soigneusement en contact avec un fourneau à température très-élevée, se carbonisait comme du cuir. Il en conclut, aussitôt, qu'en trouvant le moyen d'arrêter la carbonisation au point convenable, on enlèverait complétement à la gomme sa propriété native d'adhésion. Dans une expérience ultérieure, il se convainquit de l'exactitude de ses conclusions en découvrant qu'il était impossible de fondre le caoutchouc dans du soufre bouillant à n'importe quelle température, et qu'il se carbonisait toujours. En chauffant un de ses échantillons à feu nu, il remarqua sur le bord de la portion charbonnée du tissu, une ligne ou bordure qui, au lieu d'être carbonisée, était saine et parfaitement sèche. Sa découverte se trouva alors bien confirmée, et il ne resta plus qu'à la compléter en détail.

En parlant des obstacles qui se dressaient devant lui M. Goodyear dit : « Quiconque connaissait un peu la nature de la gomme, ne pouvait avoir l'idée de lui appliquer à dessein une température élevée, car personne n'ignorait que cette substance fondait à une température basse »; et, tout en admettant que sa découverte ne fût pas le résultat de recherches chimiques scientifiques, il ne veut pas qu'on la considère comme un effet du pur hasard, car elle a été la conséquence d'une attention soutenue et d'observations longtemps poursuivies. « On peut la considérer, ajoute-t-il, comme un de ces cas où la main du Créateur aide providentiellement ses créatures par les moyens que l'on appelle accidents, pour leur faire atteindre à ces choses qui leur seraient inaccessibles par la seule force de raison dont il les a dotées. » Certes, la piété de M. Goodyear est fort recommandable, mais nous ne sommes pas disposé à croire que le Très-Haut ait, dans ce cas, poussé son intervention plus loin que de doter M. Goodyear de cette puissance de raisonnement dont il parle, et nous n'attribuons pas davantage sa découverte à un pur hasard. Nous pensons complétement qu'elle est due à une attention soutenue et à *l'observation*.

Le traitement du caoutchouc ainsi découvert par M. Goodyear est connu sous le nom de vulcanisation ; le produit qui résulte de cette fabrication est connu sous le nom de *caoutchouc mou* ou vulcanisé. Depuis lors, on a imaginé, pour traiter le caoutchouc, des procédés autres que celui de M. Charles Goodyear et qui, en certains cas, fournissent un produit tout différent, mais on les comprend tous sous le nom de *vulcanisation*. Cette dernière expression ne doit être entendue que dans le sens *de traitement du caoutchouc avec quelques formes de soufre, pour produire certains changements dans les propriétés de la gomme.*

Nous nous bornerons dans cet article à la fabrication et aux propriétés de l'espèce de caoutchouc vulcanisé, connue sous le nom de *caoutchouc mou.*

Fabrication du caoutchouc mou.

Charles Goodyear prit une première patente pour la vulcanisation du caoutchouc, le 15 juin 1844. Une nouvelle patente (n° 156) lui fut accordée le 25 décembre 1849. Dans cette dernière, il dit du caoutchouc : « Lorsque je l'ai composé avec le soufre par le moyen d'un degré élevé de chaleur, j'ai obtenu de bons résultats, et lorsque je l'ai composé avec du soufre et du carbonate de plomb, j'en ai obtenu de meilleurs. » Il réclame comme premier point de son invention qui a pour but la suppression des inconvénients du caoutchouc, « le procédé par lequel on soumet la gomme combinée avec le soufre ou mise en présence de ce corps, à l'action d'une chaleur artificielle élevée, c'est-à-dire à une température supérieure à celle de la chaleur solaire, ou de 100 à 121 degrés centigrades environ. Il réclame, en second lieu, comme son invention, « la préparation, dans le même but, du composé formé de trois substances, caoutchouc, soufre et carbonate, ou autre sel de plomb, ou de son oxyde. » Dans ce dernier article, il donne les proportions suivantes comme étant celles qui ont donné les meilleurs résultats :

Pour 25 parties en poids de caoutchouc, 5 parties de soufre, et 7 de blanc de plomb, ou céruse.

Il ajoute : « Je dissous ordinairement le caoutchouc dans de l'essence de térébenthine ou dans toute autre huile essentielle, et je broie le soufre et le blanc de plomb comme on le fait pour les couleurs. Avec ces trois substances ainsi préparées, on peut, à volonté, former une

feuille indépendante, que l'on étend également sur toute surface unie ou sur un tissu glacé, et qui peut en être enlevée facilement;... etc. Au lieu de dissoudre le caoutchouc de la manière indiquée ci-dessus, et de préparer le soufre et le carbonate de plomb comme nous l'avons dit, on peut incorporer ces deux derniers corps avec la gomme par le moyen de cylindres, ou rouleaux écraseurs chauffés intérieurement. On amène ainsi le composé à former des feuilles de toute épaisseur, que l'on peut faire adhérer à la surface de plusieurs sortes de tissus et de cuirs. »

Il dit plus loin : « Lorsque ce composé de caoutchouc, etc., etc., est complétement séché, soit par son séjour dans une étuve, soit par son exposition au soleil et à l'air, les objets doivent être soumis à l'action d'une chaleur artificielle élevée dont le degré variera considérablement suivant l'épaisseur de la préparation et la nature des articles à traiter; cette température devra être de 100 à 120° centigrades, mais celle qui se rapprochera le plus de 106 degrés donnera les meilleurs résultats. En règle générale, les tissus de qualités ordinaires doivent être exposés à cette chaleur artificielle pendant une durée de deux à six heures, suivant l'épaisseur de la couche de gomme et les proportions du composé; car, plus il y a de plomb dans ce dernier, et moins il faut de temps pour produire les résultats voulus. Il faut avoir soin d'élever graduellement la température et de ne pas l'amener brusquement à son *maximum* pour éviter les boursouflures... etc. » On peut effectuer ce procéder de chauffage en promenant les tissus sur un cylindre chauffé intérieurement, mais je préfère les exposer à la température élevée d'une atmosphère produite artificiellement et dans de bonnes conditions, dans une étuve spécialement construite pour cet usage : » Il dit encore, « Il importe peu, relativement au principe de mon invention, que le soufre soit incorporé avec le caoutchouc d'une manière quelconque; il peut être introduit dans le mélange à l'état solide, être répandu sur la surface de la gomme, être combiné avec elle sous la forme gazeuse ou autre, avant ou pendant l'application du chauffage. »

On a proposé d'autres méthodes pour produire la vulcanisation du caoutchouc mou, mais une seule nous paraît avoir une importance suffisante pour mériter d'être mentionnée ici, elle est décrite sous le nom de :

Procédé de vulcanisation à froid de Parkes.

Ce procédé a été le sujet d'une patente prise par Alexander Parkes, de Birmingham. Cet inventeur employait un bain composé de la manière suivante :

Sulfure de carbone...............................	40 parties.
Chlorure de soufre..............................	1 —

Le caoutchouc est plongé dans ce bain et laissé immergé plus ou moins de temps, suivant l'épaisseur des objets. Il suffit de une ou deux minutes pour modifier suffisamment une lame de 2 millimètres d'épaisseur. Si la feuille est épaisse, on diminue la dose de chlorure, afin que cette substance agisse plus lentement sur la masse, car M. Parkes a constaté qu'une forte solution décompose la surface du caoutchouc, quand il y reste une trop forte proportion de chlore. Les objets sont, ensuite, retirés du bain, et suspendus dans une chambre chauffée à 26°.25 C.; et puis, lorsque la dissolution est évaporée, ils sont lavés à grande eau, ou soumis à l'ébullition dans le bain suivant :

Soude caustique ou potasse............	500 grammes.
Eau..................................	10 litres

L'ébullition dure une heure, et les objets étant séchés, l'opération est terminée.

Ce procédé ne pouvant servir qu'à des objets de faible épaisseur n'a eu qu'une application assez limitée.

Pour les autres procédés de vulcanisation du caoutchouc, nous renvoyons le lecteur au *Manuel Roret etc.*, déjà mentionné.

Propriétés du caoutchouc mou.

Ainsi que le fait remarquer M. Goodyear, « le changement apporté dans la gomme native par le procédé de vulcanisation peut être comparé, avec juste raison, à celui qu'opère, dans une peau ou dépouille périssable, le procédé de tannage, qui la convertit en une

superbe matière, ou cuir incorruptible; on peut le comparer aussi au changement par lequel le fer se transforme en acier lorsqu'on fait fondre le minerai au contact du carbone. »

Pour mieux faire apprécier les modifications apportées dans le caoutchouc par la vulcanisation, il suffira de comparer quelques-uns des défauts de la gomme naturelle avec les propriétés du produit préparé.

Gomme native. — Ses défauts.

1° Elle devient rigide et inflexible par une température froide;

2° Elle s'amollit et se décompose au soleil et par une température chaude;

3° Elle se dissout facilement et avec rapidité dès qu'elle est mise en contact avec toutes sortes de graisses, et d'huiles grasses ou essentielles; la transpiration produit sur elle le même effet, quoique un peu plus lentement;

4° Elle est, à l'état naturel, si adhésive, que lorsque deux de ses surfaces sont mises en contact, il suffit de la plus légère pression pour convertir, en une masse unique, les deux parties qui sont devenues inséparables;

5° Elle perd son élasticité par une tension prolongée ou par un usage constant;

6° Elle a une odeur très-désagréable.

Gomme vulcanisée. — Ses propriétés.

Élasticité. — Le caoutchouc vulcanisé a son élasticité accrue et améliorée sous le rapport de la persistance et de la tenacité; cette propriété se maintient dans tous les climats et dans toutes les circonstances.

Flexibilité. — Il jouit de la plus grande flexibilité, et cette propriété n'est nullement altérée par le froid le plus intense.

Durée. — Conservé à l'état sec ou humide, il n'éprouve aucune modification avec le temps. Ce résultat a été confirmé par l'observation et par l'expérience de plusieurs années.

Insolubilité. — Il n'est pas absolument insoluble, par le seul fait qu'on peut l'amollir et même le dissoudre, quand on le soumet à la chaleur ou à l'ébullition dans les puissants dissolvants de la gomme native. Il jouit, cependant, de la propriété de résister fortement à l'action des dissolvants et des autres agents chimiques destructifs. En un mot, il se conserve sans altération lorsqu'il est mis en contact avec les agents destructeurs qui désorganisent, non-seulement les tissus, mais encore le bois, le cuir, et les métaux tels que le fer, le cuivre et le bronze.

Inaltérabilité par le climat et la chaleur artificielle ou le froid. — Il supporte sans altération une chaleur artificielle considérable; et lorsqu'il est composé d'une façon spéciale, en vue de cette propriété de résistance et avec une proportion de soufre plus forte que d'ordinaire, il soutient très-bien une température de 150° C. Au-dessus, il charbonne mais ne fond pas. Pour sa résistance au froid, voir l'article *flexibilité.*

Non adhésivité. — Il est tout à fait exempt du grave inconvénient d'être adhésif et l'on a même cherché le moyen de le souder à lui-même, dans certains cas, sans pouvoir y réussir.

Imperméabilité à l'air, aux gaz et aux liquides. — N'étant plus amolli par l'eau et les autres liquides, il se trouve en meilleure situation pour les contenir sans déperdition, mais on n'a pu constater s'il était devenu plus imperméable à l'air et aux gaz.

Plasticité. — La facilité avec laquelle on peut lui donner toutes les formes lorqu'il a été chauffé dans l'étuve est au moins égale à la plasticité de la cire, du plomb ou de tout autre métal mou.

Propriété non électrique. — Il est un des corps les plus mauvais conducteurs de l'électricité. (Charles Goodyear.)

Odeur. — D'après M. Goodyear, le caoutchouc vulcanisé a perdu, en grande partie, l'odeur désagréable de la gomme naturelle. Mais on a tellement récriminé contre l'odeur des articles en caoutchouc, pour la suppression de laquelle on s'est donné tant de peines, que M. Goodyear n'insiste pas trop sur l'amélioration qui a été apportée à cet égard par la vulcanisation. Il pense, toutefois, qu'il y a toute raison de croire qu'on viendra tôt ou tard à bout de cette difficulté qui a paru insurmontable. Ses prévisions se sont réalisées, car on fabrique aujour-

d'hui, dans plusieurs villes industrielles, des articles en caoutchouc qui sont complétement dépourvus d'odeur.

Caoutchouc durci ou vulcanite.

Nous comprenons sous ce titre deux composés de caoutchouc.

L'un est la vulcanite ordinaire actuelle, qui se compose de caoutchouc et de soufre, avec ou sans autres matières, et qui jouit de la dureté et de la flexibilité que l'on rencontre à différents degrés dans l'*ivoire*, les *os*, l'*écaille de tortue*, et la *corne*, ainsi que de la propriété de *faire ressort, par la flexion, comme les lames de baleine.*

L'autre composé est connu sous le nom de *vulcanite dentaire*, et se compose de caoutchouc, de soufre et de vermillon. Son titre indique qu'on en fait usage pour les pièces destinées à porter les dents artificielles.

Examinons d'abord le caoutchouc durci ou *vulcanite ordinaire.*

Quand on considère les emplois nombreux et importants de cette substance, il est très-intéressant pour notre instruction, et pour honorer le mérite de l'auteur de cette invention, de décider à qui revient l'idée première des méthodes employées pour produire le caoutchouc durci, doué des propriétés ci-dessus mentionnées. Nous n'avons nullement l'intention de dépouiller qui que ce soit de lauriers justement acquis, nous voulons plutôt chercher qui a le droit de les porter, et c'est dans ce but que nous allons placer sous les yeux du lecteur quelques renseignements relatifs à la découverte du procédé en question.

Nelson Goodyear est généralement regardé comme l'inventeur de la *vulcanite flexible*, et ce titre a été revendiqué pour lui par Henry B. Goodyear, administrateur de son établissement. Personne, croyons-nous, ne lui contestera l'honneur d'avoir découvert le *caoutchouc durci*, mais nous n'en examinerons pas moins sa première patente, pour mieux connaître la nature précise de son invention. Nelson Goodyear obtint sa première patente le 6 mai 1831, et il dit dans ce document : « La nature de mon invention consiste à mêler le caoutchouc avec d'autres substances, de manière à former un composé qui, soumis à la chaleur, ou au traitement propre à lui enlever ses inconvénients, tel qu'il a été décrit dans la patente de Charles Goodyear, datée du 15 juin 1844, et dans celle du 25 décembre 1849, donne une substance dure et inflexible qui était inconnue jusqu'à ce jour, etc.... Les ingrédients indispensables qui entrent dans ma composition sont le caoutchouc et le soufre; et lorsqu'on ne fait usage que de ces deux substances, ce qui convient le mieux, c'est de prendre parties égales en poids de chacune d'elles, car une proportion beaucoup moindre de soufre ne serait pas suffisante. Quoique la combinaison d'une aussi grande quantité de soufre avec du caoutchouc, déjà vulcanisé, produise une substance dure, on obtiendra un meilleur résultat si l'on introduit dans le composé de la magnésie, de la chaux, du carbonate de magnésie ou de chaux, ou du sulfate de magnésie et de chaux. Dans ce cas, il sera très-avantageux d'observer les proportions suivantes, savoir : pour une livre de caoutchouc, une demi-livre de soufre, et une demi-livre de magnésie, ou de chaux, ou de carbonate de magnésie ou de chaux, ou du sulfate de magnésie ou de chaux. On obtiendra un excellent résultat en ajoutant à ces composés de la gomme laque (ou gomme Shellac), dans la proportion de 4 à 8 onces de gomme par livre de caoutchouc. On peut y faire entrer aussi en petites quantités de la résine, des oxydes ou sels de plomb de toutes couleurs, et d'autres substances analogues, végétales ou minérales, pour donner aux produits du poli et des teintes diverses; c'est à l'opérateur à choisir le meilleur procédé pour opérer ces mélanges, et à déterminer les proportions convenables suivant les objets qu'il veut fabriquer. Les ingrédients seront mêlés entre eux, et incorporés suivant les méthodes généralement employées dans la fabrication des composés de caoutchouc. Le mélange terminé, le composé peut être étiré en feuilles au moyen de cylindres compresseurs, ou être mis, par le moulage ou tout autre procédé bien connu, sous la forme convenable pour la fabrication des objets auxquels on le destine. On doit alors le soumettre à la chaleur, c'est-à-dire au traitement déjà mentionné qui fait l'objet de la patente de Charles Goodyear et dont on trouvera ailleurs la description. Dans la plupart des cas, la chaleur voulue doit s'élever à 126.66 ou 135° C., et le temps pendant lequel le produit doit être exposé à cette température devra être de trois à six heures

et même plus.... Je n'ai aucun droit sur le procédé de chauffage ou de vulcanisation qui a été breveté par Charles Goodyear.

« Ce que je réclame comme mon invention, et désire garantir par des lettres patentes, c'est la combinaison du caoutchouc et du soufre, avec ou sans gomme laque, pour produire, d'après les procédés décrits ici, une substance dure et inflexible, jusqu'à présent inconnue. Je réclame aussi comme mon invention la combinaison du caoutchouc, du soufre et de la magnésie ou chaux, ou d'un carbonate de magnésie ou de chaux, avec ou sans gomme laque, pour produire une substance dure et inflexible, jusqu'à présent inconnue, d'après les procédés décrits ici. »

Le produit désigné dans les spécifications ci-dessus consiste bien en une substance *inflexible.*

A la mort de Nelson Goodyear, Henry B. Goodyear, son administrateur, obtint en mai 1858 le renouvellement de la patente primitive en deux priviléges séparés, l'un (n° 556) pour le procédé de fabrication, et l'autre (n° 557) pour le produit. Dans ces deux titres on remarque, en faveur du produit, la réclamation d'une propriété entièrement nouvelle, à savoir : *celle de faire ressort, sous la flexion, comme les lames de baleine.*

M. Austin G. Day s'éleva contre cette extension du brevet, en s'appuyant sur une suite d'arguments que l'on peut résumer de la manière suivante : Tout en reconnaissant que feu Nelson Goodyear est le premier inventeur du composé dur et inflexible, ainsi que de son procédé de fabrication, je lui conteste la découverte du composé et du procédé décrits dans les nouvelles patentes prises après sa mort. Nelson Goodyear n'ayant jamais parlé, dans ses patentes, d'un composé dur, doué d'élasticité ou de flexibilité, ne doit pas être considéré comme l'ayant découvert, et ses successeurs n'ont pas le droit d'en revendiquer la priorité, dans leurs nouvelles patentes......

Le dit Austin G. Day, résidant à Seymour, est le seul et premier inventeur du composé dur, dit élastique et flexible; le produit breveté par N. Goodyear n'a jamais été appliqué, et ne l'est pas aujourd'hui, et celui bien connu sous le nom de caoutchouc durci, dont l'emploi est général et journalier, était fabriqué par Austin G. Day, bien avant les dernières patentes prises par Henri B. Goodyear, etc......

Le professeur Silliman ayant été interrogé, et requis de constater s'il serait possible de produire un composé de caoutchouc dur quelconque en suivant les prescriptions consignées dans le *caveat* de Nelson Goodyear, fit la réponse suivante :

« Mon opinion est qu'un mélange de parties égales en poids de caoutchouc et de soufre, traité, après incorporation faite mécaniquement, d'après la manière indiquée, c'est-à-dire soumis à une chaleur de 121°.11 à 148°.88 C. pendant six, huit ou dix heures, ne donnerait nullement l'article généralement connu sous le nom de caoutchouc durci. Si le mélange consistait en caoutchouc combiné avec 4 parties de soufre et 12 ou 16 de magnésie, les autres conditions du procédé restant comme ci-dessus, on n'arriverait pas à un résultat plus satisfaisant que dans le premier cas. » Pour définir clairement ce qu'il entend par caoutchouc durci, il ajoute : « Le produit généralement connu dans le commerce sous ce nom consiste en une substance semblable à de la corne, possédant un certain degré de dureté, combinée avec une élasticité plus ou moins grande, suivant les usages auxquels on le destine. »

On adressa au même professeur la question suivante :

« En vous reportant à la patente renouvelée par Austin G. Day, le 9 novembre 1858, trouvez-vous dans sa spécification des instructions suffisamment définies, relativement aux proportions des ingrédients, au degré de température et à la durée du chauffage, pour que leur application permette de produire avec certitude les produits caractérisés dans cette patente? »

Il y répondit en ces termes :

« Cette patente, autant que je m'en rappelle, me paraît remarquablement complète et explicite dans tous les détails relatifs à la manière de combiner les ingrédients, à la température qui doit être employée, à la durée du temps pendant lequel on doit continuer le chauffage, et aux autres conditions à remplir pour arriver à la réussite. Je crois que toute personne exercée dans la matière ne peut manquer, si elle suit les instructions données dans cette spécification, de produire la substance décrite dans cette patente. »

Dans d'autres procès poursuivis dans le même but, et dont nous ne parlerons pas, les chimistes experts émirent des opinions analogues. Nous n'entrerons pas ici dans cette discussion et ne tirerons même aucune conclusion des extraits que nous venons de citer. Nous laissons le lecteur libre de ses appréciations.

Vulcanite dentaire.

La vulcanite dentaire est un triple composé de caoutchouc, de soufre et de vermillon (sulfure de mercure). On ajoute le vermillon pour donner au produit une couleur de chair en vue d'imiter la couleur naturelle des gencives humaines.

On prétendit que les patentes de Nelson Goodyear relatives au caoutchouc durci garantissaient aussi le privilége de fabrication de la vulcanite dentaire. Nous ne dirons rien de cette discussion qui rentre dans celle dont nous avons parlé dans l'article précédent, mais nous donnerons cependant quelques renseignements pour éclaircir le sujet.

« En 1856 ou 1857, le docteur Putnam, M. Bevins et autres entreprirent des expériences pour appliquer le caoutchouc durci à la confection des pièces dentaires; en 1859, cette application s'était déjà étendue, et, depuis lors elle a pris de grandes proportions.

« Pendant les premières années où l'on fit usage de ce produit, les propriétaires des patentes du caoutchouc durci réussirent à concéder aux dentistes un nombre considérable de licences, mais dans les derniers temps de la patente originelle, dont l'expiration eut lieu le 6 mai 1865, ces cessions diminuèrent beaucoup.

« Depuis l'année 1859, la compagnie de caoutchouc durci fabrique la gomme dite pour les dentistes. Ce produit fut exclusivement vendu pendant quelques temps dans des dépôts spéciaux, mais, depuis ces dernières années, il est livré librement et partout à tous ceux qui désirent l'acheter.

« En avril 1855, un certain John A. Cummings, de Boston, demanda une patente pour la fabrication en caoutchouc de gencives artificielles, dans lesquelles on insérait des dents, et que l'on soumettait ensuite à la vulcanisation. Cette application fut rejetée deux fois par le chef *examiner*, et fut refusée de nouveau en 1856, lorsqu'elle vint en appel devant le jury des patentes. L'affaire n'eut d'autre suite qu'une demande infructueuse faite par le demandant, de retirer sa spécification et autres papiers du bureau des patentes. En mars 1864, Cummings revint à la charge, et réussit à obtenir, en juin 1864, une patente pour la même invention. »

Cummings ayant obtenu sa patente en 1864, après avoir laissé dormir pendant neuf ans sa première application dans le bureau des patentes, vendit ou céda son privilége à une société de Boston, qui acquérait en même temps de Henry B. Goodyear et de la Compagnie américaine de caoutchouc durci le droit exclusif et la licence de fabriquer, employer et vendre le caoutchouc dur tel qu'il est appliqué par les dentistes, pour les usages de leur profession.

Cette société ou ses représentans réclamèrent alors aux dentistes le paiement d'une certaine somme pour jouir du droit d'exploiter leur privilége dans l'avenir, et une indemnité pour toutes les pièces dentaires précédemment fabriquées. Ces réclamations donnèrent lieu à des poursuites, et parmi les arguments opposés aux prétentions de la Société par les défendeurs, nous trouvons le suivant :

« A une certaine époque, assez postérieure à l'année 1851, et par conséquent à la publication de la patente de Nelson Goodyear, relative au caoutchouc durci, Charles Goodyear senior se trouvait à Paris, où il fit connaissance du docteur Evans, célèbre dentiste américain, qui habitait depuis longtemps dans cette capitale. Le docteur Evans informa M. Goodyear que, dans le cours de sa pratique professionelle, il avait fait des pièces dentaires avec une substance artificielle, composée d'un mélange de caoutchouc et de soufre, durci par la chaleur, au lieu d'or, d'argent ou de platine que l'on employait autrefois, et que cette substitution lui avait assez bien réussi. M. Goodyear répondit que c'était là une application du caoutchouc à laquelle il n'avait jamais songé, et pria M. Evans de lui confectionner quelques spécimens pour son propre usage. Le docteur y consentit, et M. Goodyear rapporta dans son pays une série complète de ces pièces dentaires. Vers l'été ou l'automne de 1856, M. Charles Goodyear alla trouver un dentiste nommé Putnam, résidant à New-York, Bond street, et lui dit qu'il y avait une fortune à faire pour celui qui composerait une substance semblable à

celle qu'il lui montra, ayant à peu près la couleur naturelle de l'intérieur de la bouche, et qui réussirait ensuite, en la vulcanisant, à en former une pièce propre à supporter des dents artificielles. Le docteur Putman consentit à entreprendre la solution, certainement difficile, du problème....

« Putnam appela à son aide trois ou quatre dentistes, très-habiles et très-expérimentés, il s'adjoignit aussi un chimiste praticien, et demanda enfin le concours des deux frères Goodyear, et d'un certain Bevins, opérateur d'une grande réputation, et qui passait pour connaître le mieux la manipulation du caoutchouc. Après trois ou quatre mois d'expériences laborieuses, constantes, et marqués par plus d'insuccès que de réussites, on arriva enfin à un résultat et l'on obtint le composé tant désiré. »

Inutile de dire que les experts des défendeurs firent tous leurs efforts pour démontrer qu'on ne pouvait fabriquer la vulcanite dentaire en suivant les instructions consignées dans la patente.

Le docteur Putnam ne prit pas de patente pour sa découverte, parce qu'il ne croyait pas à cette garantie, et préféra garder son invention secrète ; ce qui ne l'empêcha pas d'enseigner la manière de fabriquer les pièces dentaires à quelques amis, qui divulguèrent ses procédés, jusqu'à un certain point, au public, et généralement aux dentistes. Charles Goodyear junior sollicita plus tard une patente en Angleterre pour cette vulcanite dentaire, et l'obtint le 14 mars 1855. Le professeur Widman constata que cette patente contient les instructions convenables pour permettre à toute personne de fabriquer le composé propre aux usages dentaires, et qu'elle n'est défectueuse que sous le rapport de la quantité de vermillon à employer. Il ajoute que les méthodes de manipulation, depuis la manière pour prendre l'impression de la bouche jusqu'au procédé de durcissement ou de vulcanisation, sont essentiellement semblables à celles qui sont employées aujourd'hui par les dentistes. Le même professeur nous dit aussi que le procédé consiste généralement à mélanger du caoutchouc avec du soufre et du vermillon au moyen de cylindres chauffés intérieurement par la vapeur, et qu'il a produit un bon composé rouge de caoutchouc en prenant 12 parties de gomme, 6 parties de soufre et 9 de vermillon. Ces proportions donnent les meilleurs résultats sous le rapport de la couleur et de la résistance du produit ; elles pourraient être changées, mais ce serait aux dépens de la qualité du composé. Celui-ci peut être durci ou vulcanisé par son exposition pendant une heure un quart à la température de 155° C.

Il dit plus loin : « Je regarde comme avantageux de n'employer que la plus petite quantité possible de soufre pour la vulcanisation du composé, et de ne faire entrer dans le mélange que très-peu de vermillon, car je considère l'excès de ces deux ingrédients comme étant nuisible à la qualité du produit. Dans le chauffage ou vulcanisation, il faut avoir soin, si la pièce a une certaine épaisseur, d'élever graduellement la température jusqu'au degré nécessaire ; cette condition est importante, afin de permettre aux gaz qu'émane le soufre pendant la vulcanisation de se dégager librement du corps de la pièce avant que sa surface ne soit devenue dure. Il recommande enfin d'exposer le composé à la chaleur pendant le temps nécessaire pour produire la vulcanisation, et pas au delà.

En résumé, on peut conclure des expériences répétées pendant des années par les gens de la profession, qu'on obtiendra les meilleurs résultats en employant les proportions indiquées ci-dessus par le professeur Widman, et en soumettant le composé pendant une heure un quart environ à une chaleur de 150 à 155° C.

(*A continuer.*)

ACADÉMIE DES SCIENCES.

Séance du 11 mars. — M. DE SAINT-VENANT continue la lecture de son mémoire sur l'hydrodynamique des cours d'eau. C'est dans une tout autre direction que celle des travaux analytiques qui supposent la régularité des mouvements, qu'il convient de chercher les valeurs diverses à attribuer au coefficient du frottement par les divers points des cours

d'eau ordinaires, où les mouvements, plus ou moins tumultueux, n'offrent de variations continues que dans les vitesses moyennes des groupes. Les tourbillons qui troublent la régularité des mouvements n'ont pas seulement pour cause la rugosité variable des parois; les dimensions des sections transversales y sont pour beaucoup. La nature a recours à un tourbillon pour modérer la descente des eaux dans leurs lits, et pour diminuer les différences de vitesse entre les couches fluides voisines.

— Le maréchal Vaillant veut dire son mot sur l'aurore boréale du 4 février. — « Ce brillant phénomène a été l'objet de tant de savantes descriptions et de si ingénieuses tentatives d'explications qu'il nous est peut-être enfin permis d'espérer que le sphinx des aurores boréales va se relâcher quelque peu de l'impitoyable dureté avec laquelle il s'est refusé jusqu'aujourd'hui à soulever un coin du voile qui cache cette énigme à notre pénétration. Mais, que de choses encore à expliquer, et combien il est nécessaire de ne négliger aucune tentative pour pousser le monstre dans ses derniers retranchements! » Quel beau style, hein? Là-dessus, le maréchal conteste le rapprochement établi par M. Charles Sainte-Claire Deville entre les orages terrestres et les orages magnétiques. Les orages terrestres dépendent de la formation de *cumulus,* ballons sans enveloppe qui s'élèvent à 6 ou 7 kilomètres et dégagent de l'électricité en se refroidissant. La formation des cumuli, d'ailleurs, a lieu presque toujours, comme celle des nuages à giboulées, dans les moments de la journée où la température s'élève brusquement; il est rare, par exemple, de recevoir des giboulées passé cinq heures du soir. Il n'y a aucune analogie entre les petites causes qui donnent naissance à ces mesquins orages terrestres, et les grandes explosions électriques qui font les aurores boréales. Le plus petit rideau de brouillard qui s'élève du sol terrestre vers huit ou neuf heures du matin donne lieu à un orage dans le courant de la journée; un courant d'air, sortant d'un bois un peu plus chaud que la lisière extérieure, produit de même un orage. Tout cela cependant est bien étranger aux aurores boréales, lesquelles sont d'immenses jets électriques lancés du pôle magnétique. Il n'y a nulle proportion entre des phénomènes qui ont lieu sur des échelles si différentes. Les orages terrestres sont si fréquents qu'il sera toujours facile d'en trouver un certain nombre qui correspondent à une aurore boréale donnée, mais ces coïncidences ne prouvent rien évidemment.

Voici d'ailleurs la loi générale des orages terrestres. Toutes les fois qu'une partie quelconque du sol s'échauffe par l'action du soleil, ou autrement, l'air chaud s'y élève comme au-dessus d'un foyer, et l'air froid se précipite de tous côtés dans le vide qui en résulte; de là pluie, grêle, neige, etc. C'est ainsi que, pendant les « mois douteux » du printemps, nous avons des alternatives fréquentes de giboulées, d'orages, etc. Mais ces phénomènes ne sauraient tomber à jour fixe; ils sont essentiellement incertains. Règle générale : toutes les fois que la terre s'*échauffe*, il y a chance de *mauvais temps;* toutes les fois qu'elle se *refroidit*, il y a chance de *beau temps.* Si le mois de septembre est généralement beau dans l'est de la France, c'est que la partie nord de l'Europe rayonne beaucoup pendant les nuits devenues plus longues et se refroidit, et qu'une couche d'air froid vient se répendre alors sur l'Allemagne et la France. Le maréchal termine en constatant que les jets électriques de l'aurore du 4 février ont dû être lancés à une hauteur prodigieuse pour avoir été visibles à de si grandes distances, et en déclarant qu'il ne croit point à la périodicité supposée par M. Charles Sainte-Claire Deville.

— M. A. Cayley adresse une note sur les « courbes aplaties ». Cette note prend pour point de départ la thèse de M. Maillard sur les caractéristiques des systèmes élémentaires de courbes planes du troisième ordre (1871), et la théorie générale des courbes aplaties de M. Chasles.

— M. Houzeau croit pouvoir affirmer que l'air de la campagne, pris à 2 mètres au-dessus du sol, contient au maximum $\frac{1}{450,000}$ de son poids, ou $\frac{1}{700,000}$ de son volume d'ozone. Cette proportion semble augmenter à mesure qu'on s'élève. (La densité de l'ozone est 1.66 d'après M. Soret.) Quant à l'origine de l'ozone dans l'atmosphère M. Houzeau pense qu'il est dû à l'électricité atmosphérique. Toutefois on sait que l'étincelle directe, qui donne de l'ozone avec de l'oxygène pur, ne donne, avec de l'air, que de l'acide nitreux. Il n'en est plus ainsi

lorsqu'on a recours à l'étincelle de condensation; elle ozonise l'air sans difficulté. Le papier ioduré n'est qu'un électromètre chimique. Les nuages et la terre forment ensemble les parois d'un vaste condensateur analogue au tube ozoniseur de M. Houzeau, et à l'aide duquel l'atmosphère est perpétuellement électrisée par influence.

— M. W. de Fonvielle indique le moyen de protéger les habitations contre les dangers d'une fulguration provoquée par les tuyaux de gaz, etc. Il faut éloigner ces tuyaux des paratonnerres, s'assurer qu'ils aboutissent au sol humide, faire aboutir également au sol les tuyaux de décharge des eaux de pluie, etc.

— MM. Tabourin et Lemaire font connaître un procédé pour la régénération, à l'état d'acide arsénieux, de l'arsenic contenu dans les résidus de la fabrication de la fuchsine.

— M. Coumbary fait parvenir à l'Académie son rapport sur les prédictions de tremblements de terre. Une prédiction envoyée à Constantinople par l'Observatoire de Paris, le 24 janvier dernier, s'est réalisée exactement. De son côté, M. Bulard avait annoncé le même tremblement de terre d'une manière indépendante. M. Bulard avait également prédit des secousses pour le 13 décembre 1869, le 9 janvier 1870, le 6 octobre 1871; elles ont eu lieu respectivement le 13 décembre, le 3 janvier, le 8 octobre. Il avait de même prédit différentes perturbations atmosphériques qui sont arrivées à jour nommé.

— M. A. Vinson écrit de Saint-Denis (île de la Réunion), qu'il y a observé une aurore *australe* le 4 février. L'heure coïncide avec celle de l'aurore *boréale* qui a été vue le même jour en Europe. L'aurore australe observée à Saint-Denis, le 25 octobre 1870, correspondait également à une belle aurore boréale.

M. Elie de Beaumont fait remarquer que M. Janssen, dans l'île de Ceylan, n'a pas vu d'aurore le 4 février; il est vrai que M. Janssen n'observait pas ce soir-là.

— M. H. de Parville communique ses idées sur les relations qu'il croit avoir trouvées entre l'apparition des aurores et le mouvement de la lune. Il prétend avoir repris le problème délicat de l'équilibre de l'atmosphère; « la discussion des six forces perturbatrices l'a conduit à un certain nombre de conséquences, » qu'il oublie d'indiquer.

— M. Janssen annonce qu'il est à Paris, qu'il a fait beaucoup d'observations de toute espèce dans l'Inde, et qu'il a rapporté une collection d'animaux pour le Muséum.

— M. Zeuthen adresse une note sur la détermination des caractéristiques des systèmes élémentaires de cubiques.

— M. Boussinesq croit avoir découvert un changement de variables qui rend intégrales certaines équations aux dérivées partielles du second ordre. Cette transformation, M. Serret l'a fait remarquer à la séance suivante, se trouve déjà développée dans le *Traité* de Lacroix, qui lui-même n'en est pas l'inventeur.

— M. Cazin avait communiqué une méthode pour déterminer la quantité de magnétisme d'un électro-aimant. Il en a fait l'application à un électro-aimant cylindrique dont le noyau est un tube dépassant la bobine. La formule empirique qui exprime la quantité de magnétisme en fonction de l'épaisseur et du rayon du tube, de l'intensité du courant et des dimensions de la bobine est relativement simple. Il en résulte que la quantité de magnétisme développée à chaque pôle d'un cylindre plein, ayant un rayon de 1 décimètre, lorsqu'il est aimanté par un seul tour de fil parcouru par un courant capable de dégager 1 milligramme d'hydrogène en une seconde, est égale à 26.297 unités. L'unité est la masse magnétique qui, appliquée en un point, et agissant sur une égale quantité appliquée à la distance de 1 mètre, produit une force de 1 décigramme à Paris.

— M. Kolb adresse une étude sur les densités de l'acide chlorhydrique. Les tables de Davy et d'Ure n'étant pas d'accord entre elles, il importait d'en construire de plus exactes. C'est ce qu'a fait M. Kolb, et sa table est reproduite par le *Compte-rendu*; elle est destinée aux usages industriels. On remarque que la courbe des densités de l'acide est une ligne droite depuis l'origine jusqu'à la densité 1.190 (23 degrés de l'aréomètre correspondant à 36 centièmes d'acide).

— M. Tarry communique une note sur les relations qui existent entre les aurores polaires, les protubérances et taches solaires, la lumière zodiacale. Il discute les théories qui ont été récemment soutenues par divers physiciens, et il incline à rattacher les phénomènes ter-

restres aux grands phénomènes solaires. Il constate, par exemple, que les taches solaires ont eu deux maxima en février, dont le premier a coïncidé avec la belle aurore du 4 février, et le second avec une aurore observée le 28 à Gênes. Il veut aussi que les aurores coïncident avec une extension remarquable de la lumière zodiacale. Voilà des dires que l'on répète depuis fort longtemps, mais personne ne prend la peine de discuter une bonne fois les immenses matériaux accumulés par les observateurs, afin de trancher définitivement ces questions de coïncidences et de périodicité.

— M. Résal communique une théorie géométrique du mouvement des planètes. Il montre comment la considération de l'accélération conduit simplement aux formules données par Lagrange dans sa théorie géométrique du mouvement des aphélies.

— M. A.-M. Mayer, un professeur américain, fait connaître des expérienees acoustiques destinées à démontrer que la translation d'un corps en vibration change la longueur d'onde du son qu'il émet. Ces expériences sont tout à fait semblables à celles qui ont été publiées par M. Koenig, il y a déjà dix ans. M. Mayer emploie quatre diapasons montés sur des caisses; les nos 1 et 2 donnent 256 vibrations doubles par seconde, le no 3 donne 254, et le no 4 donne 258 vibrations. Il s'ensuit que les diapasons 3 et 4 produisent chacun deux battements par seconde avec 1 ou 2. On installe le no 1 devant une lanterne magique, l'une des branches étant effleurée par une balle de liége suspendue à un fil. On se place à une distance d'environ 10 mètres du diapason no 1, tenant à la main le diapason 2, demonté et vibrant, puis l'on s'approche rapidement du no 1, en posant le no 2 sur sa caisse; dans ces conditions, le no 1 ne vibre point par influence, ce qui prouve que le no 2 est désaccordé par le mouvement de translation. Le résultat est le même lorsqu'on s'éloigne au lieu de se rapprocher. On obtient, au contraire, la vibration par influence en rapprochant le diapason no 3, ou bien en éloignant le diapason no 4, avec une vitesse convenable. M. Koenig fait ressortir l'accord ou le désaccord des diapasons en mouvement par les battements, ce qui est beaucoup plus précis.

— MM. P. Fischer et L. de Folin adressent une note sur les dragages exécutés dans la fosse du Cap-Breton en 1871. Ils ont continué leur exploration bathymétrique commencée en 1870, et ils décrivent la faune qu'ils ont rencontrée à des profondeurs allant jusqu'à 250 brasses. On reconnaît qu'il existe au-dessous de la zone littorale et de celle des laminaires trois zones distinctes : 1° zone des *corallines*, de 24 à 40 brasses : mollusques, crustacés, bryozoaires, hydrozoaires; 2° zone profonde des coraux, de 40 à 100 brasses : polypiers, gorgones, brachiopodes; 3° zone à *brissopsis*, de 100 à 250 brasses : cet échinoderme avec quelques mollusques. Au-delà de 250 brasses commence la zone des abysses, qu'il faut aller chercher au large.

— M. Edmond Perrier communique ses recherches sur les vers de terre (lombriciens terrestres). Ce sont des détails d'anatomie comparée.

— M. G. Pouchet fait connaître les rapides changements de couleur que l'on peut provoquer chez les crustacés. Il a retrouvé chez les crevettes la propriété d'accommodation chromatique au milieu ambiant qu'il avait signalée chez les poissons. Ici encore les changements de couleurs semblent dépendre de l'organe de la vue de l'animal.

— M. A. Leymerie signale un trait particuliér de la constitution des Pyrénées. Il s'agit du *chaînon des petites Pyrénées*, sorte de bourrelet marginal ou de lisière avancée, séparée par une faille de la demi-chaîne orientale des Pyrénées. On y trouve rassemblés les terrains supérérieurs de la chaîne (crétacé supérieur et nummulitique).

— M. Laussedat revient sur son appareil pour l'observation du passage de Vénus, lequel se contruit chez MM. Brunner.

— M. Blanchon veut remettre sur le tapis la question de l'observation et de l'expérience en physiologie, traitée autrefois par MM. Claude Bernard et Coste. On lui répond que ça ne le regarde pas.

— Dans le comité secret, la section de mécanique présente la liste suivante des candidats à la succession de M. Piobert : 1° M. Tresca; 2° MM. Boussinesq, Bresse, Haton de la Goupilière, Résal, Rolland.

Séance du 18 mars. — M. Rolland est nommé par 39 voix contre 14, obtenues par M. Tresca.

— On annonce la mort de M. J.-F. Pictet, de Genève, correspondant de la section de géologie.

— M. Serret rappelle que la méthode d'intégration présentée par M. Boussinesq dans la séance précédente est déjà dans Lacroix.

— M. de Saint-Venant continue ses communications relatives aux cours d'eau.

— M. Chevreul parle d'un phénomène de cristallisation d'une solution saline très-concentrée. Il a reconnu dans l'eau où des matières azotées avaient macéré trois acides sur lesquels il n'est pas encore tout à fait fixé. Cependant l'un des trois sels a offert des phénomènes de cristallisation remarquables après avoir été abandonné à l'évaporation spontanée dans une solution aqueuse concentrée (2 parties d'eau et 3 parties de sel) à pellicule transparente. Au centre il y avait une excroissance cristalline; au fond, de petites protubérances creuses comme des capsules vides de gland. L'ensemble rappelle un *flos ferri*. Des solutions analogues, exposées dans des verres de montre, ont présenté les faits suivants. Il se produit d'abord au centre une bulle hémisphérique formée de liquide sans air, probablement à la suite de la pression exercée sur le liquide par la pellicule solide; ensuite, il y a tout autour une cristallisation grimpante, qui produit l'excroissance centrale. M. Chevreul décrit encore quelques autres phénomènes offerts par les mêmes sels, puis il parle de la capsule de porcelaine qui les renfermait, puis des obus prussiens, et de la Commune de Paris.

— MM. A. Wurtz et G. Vogt présentent leurs recherches sur la formation du chloral.

— M. Charles Sainte-Claire Deville répond aux critiques du maréchal Vaillant. Il maintient ses vues sur les rapports qui existent entre les orages et les aurores boréales, et il cite à l'appui de ses opinions un passage de M. A. de la Rive.

— M. de Vergnette-Lamotte revient longuement sur la fastidieuse question du chauffage des vins.

— M. Pasteur lui répond d'une manière incisive. Il demande pourquoi M. Thenard, dans le rapport qu'il a lu en 1864 sur les titres de M. de Vergnette à la place de correspondant, n'a pas cru devoir mentionner son procédé de chauffage des vins, que l'on veut aujourd'hui faire dater de 1850?

Cet argument de M. Pasteur nous paraît très-fort.

— M. Tarry signale l'extension extraordinaire de la lumière zodiacale et sa coïncidence avec la reprise des apparitions d'aurores polaires. Nous sommes, selon lui, dans l'une des périodes de 60 ou de 80 ans indiquées par de Mairan. Tout cela est bien vague. M. Tarry s'occupe ensuite de la périodicité des pluies de sable, et ajoute qu'il avait prédit celle du 10 mars dernier.

— M. Barth, président de l'Académie de médecine, demande à l'Académie des sciences son appui pour l'Association contre l'abus des liqueurs alcooliques.

— M. E. Combescure adresse des remarques sur un mémoire de Legendre, relatif à l'intégration des équations linéaires aux différences partielles. M. Combescure donne les démonstrations omises par Legendre.

— M. Duclaux s'occupe de l'influence du froid d'hiver sur les graines végétales. Il croit que cette influence est favorable à la germination des graines de belles-de-nuit et de volubilis. Cependant les graines qu'on a conservées tout l'hiver dans une chambre chauffée n'en germent pas moins. Enfin, M. Duclaux ne sait trop s'il doit affirmer ou nier l'influence du froid; il fera de nouvelles recherches. Mais alors il eût mieux fait d'attendre, au lieu de publier des résultats aussi incomplets et aussi incertains.

— M. Gernez communique ses recherches sur les spectres de l'absorption des vapeurs de soufre, d'acide sélénieux et d'acide hypochloreux. On obtient des spectres à raies avec toutes les vapeurs colorées, employées sous des épaisseurs convenables. M. Gernez décrit les trois spectres qu'il a étudiés après celui du chlorure d'iode.

— MM. Friedel et Silva adressent une note sur les isomères de la trichlorhydrine, et sur la reproduction de la glycérine au moyen du chlorure de propylène, corps que l'on peut préparer sans partir de la glycérine elle-même.

— M. Bouchardat adresse ses recherches sur la transformation de l'acétone en hydrure d'hexylène (dipropyle).

MM. Ch. Girard et G. de Laire communiquent des faits relatifs à la diphénylamine. Ils démontrent que, dans l'expérience de MM. Dusart et Bardy, l'intervention du chlorure de phényle n'est nullement nécessaire pour expliquer la production de la diphénylamine. Ils contestent encore d'autres points dans les deux notes de MM. Dusart et Bardy (27 novembre et 15 janvier dernier), et déclarent que leurs résultats sont conformes à ceux des chimistes qui se sont occupés antérieurement du même sujet.

— M. E. Ritter fait connaître quelques observations de bile incolore, faites chez l'homme et chez des animaux. Généralement, le foie présentait en même temps une dégénérescence graisseuse.

— M. Guibert complète les résultats communiqués par MM. Labbé et Goujon sur l'action combinée de la morphine et du chloroforme (26 février).

— M. Ollier s'occupe des greffes cutannées. Il a réussi à transplanter de larges lambeaux d'épiderme ou de peau complète sur des plaies dont il voulait hâter la cicatrisation. Les résultats sont plus décisifs que ceux déjà obtenus par M. Reverdin et M. Franck Hamilton; il pratique une véritable autoplastie. L'application d'un mélange réfrigérant diminue la douleur du membre que l'on écorche pour obtenir le lambeau à transplanter.

— M. E. Bornet adresse une note sur les gonidies des lichens. M. Schwendener avait avancé que les lichens étaient des êtres complexes, formés d'une algue et d'un champignon. En effet, les gonidies des lichens correspondent à des algues inférieures. Il y a là un fait de parasitisme.

— M. Stanislas Meunier, dont le père éreinte l'Académie dans le *Rappel*, annonce la découverte d'un gisement abondant d'*hémirhynchus* dans le calcaire grossier de Puteaux (Seine).

— Le Père Denza (Moncalieri), M. Mohn (Christiania) et M. Coumbary (Constantinople), adressent des descriptions de l'aurore boréale du 4 février dernier. Le Père Denza rapporte, en outre, que des pluies de sable et des aurores ont été observées en Italie dans la première décade du mois de mars. La lumière zodiacale a offert un éclat inusité, la terre a tremblé, etc., etc. On voit que les signes et les présages se multiplient..... qu'allons-nous devenir!

Séance du 25 mars. — M. Élie de Beaumont fait remarquer que les deux volumes des *Comptes-rendus* (2e semestre de 1870 et 1er semestre de 1871) sont bien minces, hélas! Cependant ils sont encore plus gros que ceux de 1848.

— M. de Vergnette-Lamotte ne veut pas lâcher la question du chauffage des vins. Il continue d'ergoter là-dessus.

— M. Pasteur lui répond longuement, et en le prenant de bien haut.

— M. Thénard explique d'une manière fort embrouillée et embarrassée pourquoi il n'a point insisté sur le procédé de chauffage de son ami Vergnette dans son rapport de 1864, quand M. de Vergnette devait être élu correspondant.

— Le général Morin rend compte d'expériences qui ont été faites en Angleterre en vue d'établir les lois du mouvement des projectiles et la variation des pressions dans l'âme des bouches à feu. Ces expériences sont dues à la *Commission des substances explosives*, composée de MM. Jonghusband, A. et W. Noble, Abel, Molony, Singer. Elle a fait usage des chronographes électriques à étincelle d'induction et des appareils de M. Tresca pour l'étude de la déformation des solides. Dès 1866, MM. de Reffye et Pothier avaient essayé de déterminer les pressions exercées par les gaz sur les parois du canon et sur la base du projectile, par la compression et l'écoulement de cylindres de plomb, sous forme de jets tronçonniques; ils employaient des éprouvettes à piston avec canal d'écoulement cylindrique ou conique par lequel s'écoulait le plomb comprimé. Le général Morin ne dit pas si l'on a tenu compte de l'action de la chaleur sur le plomb. La commission anglaise emploie un appareil où de petits cylindres de cuivre sont comprimés par l'effort des gaz pendant la déflagration de la poudre. Les résultats sont représentés par des tracés graphiques qui s'accordent très-bien avec le tracé théorique laissé par le général Piobert.

Comme les données relatives au mouvement du projectile et celles qui se rapportent aux pressions s'obtiennent d'une manière indépendante par l'observation directe, elles se vérifient naturellement. La quadrature des courbes des pressions observées fournit la valeur du travail moteur du gaz, et cette valeur peut être contrôlée par celle de la vitesse du projectile, qui est directement fournie par une autre courbe. Ainsi l'on trouve, pour l'une des poudres employées, le travail moteur = 717078 kilogrammètres, et le travail utile (force vive) = 710151 kilogrammètres ; la différence n'est que de 1 pour 100.

Les courbes des vitesses montrent encore que les vitesses initiales à la bouche de la pièce sont à peu près les mêmes avec les quatre poudres essayées, malgré la différence des courbes. La commission anglaise a d'ailleurs confirmé les vues du général Didion sur les avantages de la poudre à gros grains.

Les courbes des lois du mouvement, données par le chronoscope, permettent également d'obtenir les vitesses. Voici un exemple :

Espaces parcourus.	Temps écoulés.	Vitesse.
$0^{m}.031^{mm}$	$0^{s}.0008$	55^{m}
$0^{m}.062^{mm}$	$0^{s}.0012$	94^{m}
$0^{m}.154^{mm}$	$0^{s}.0020$	168^{m}
$0^{m}.926^{mm}$	$0^{s}.0048$	346^{m}
$1^{m}.544^{mm}$	$0^{s}.0065$	391^{m}
$2^{m}.162^{mm}$	$0^{s}.0081$	411^{m}

Voici encore quelques chiffres empruntés à un autre tableau comparatif :

Temps écoulé.	Espace parcouru.	Accélération.	Pression calculée.	Pression observée.
$0^{s}.0015$	$0^{m}.093$	95569^{m}	2452 kil.	2717 kil.
$0^{s}.0048$	$0^{m}.926$	38904^{m}	999 »	883 »
$0^{s}.0065$	$1^{m}.559$	18039^{m}	463 »	465 »

Ces pressions se rapportent ici au centimètre carré ; la dernière équivaut encore à 450 atmosphères. L'accord entre les divers résultats obtenus est fort remarquable. Le général Morin croit que la précision serait encore plus grande avec les cylindres de plomb de M. de Reffye, et il recommande ce genre d'expériences au gouvernement français.

— M. Delaunay annonce que M. Luther a découvert, à l'observatoire de Bilk, le 15 mars, une nouvelle petite planète, pour laquelle il propose le nom de *Peitho*. C'est la 118e.

— Le P. Secchi décrit les dégâts qu'un coup de foudre a produits à Alatri, en frappant un paratonnerre. Les effets sont semblables à ceux qu'a signalés M. de Fonvielle.

— M. V. Albenque adresse des considérations sur l'artillerie rayée. Il s'agit des effets de la résistance de l'air sur un solide de révolution animé d'un mouvement de rotation. L'axe du projectile oscille autour de la trajectoire, il offre dès lors plus de prise à la résistance, et la trajectoire devient moins tendue. La dérivation venant à se combiner avec la rotation, le chemin parcouru sera une spirale, plus longue que le chemin efficace. De là un inconvénient sérieux et une grande perplexité quant à la forme à donner au projectile.

— M. Gauldrée-Boilleau, consul de France au Pérou, rend compte d'un tremblement de terre observé le 10 janvier.

— M. Bresse communique ses recherches sur la détermination des brachistochrones. Au lieu d'un point pesant, il considère un point sollicité par des forces quelconques, en supposant toutefois qu'il existe des surfaces de niveau et une fonction des forces.

— M. Mannheim adresse des recherches géométriques sur le contact du 3e ordre de deux surfaces. Il y fait intervenir sa théorie des *normalies*.

— M. Volpicelli s'est occupé de l'étude physique du plan d'épreuve, qui sert à mesurer des charges électriques. Il fait ressortir les difficultés que soulève l'emploi de cet instrument.

— M. Ed. Jannetaz signale un nouveau type de cristaux *idiocyclophanes,* ainsi nommés par Herschel parce qu'au travers de ces cristaux on aperçoit à l'œil nu les anneaux colorés que l'on ne voit d'habitude dans les milieux cristallisés qu'à l'aide des appareils de polarisation. Brewster avait observé cette propriété dans quelques cristaux de nitre, dans le bicarbonate

de potasse ; M. Jannetaz l'a rencontrée dans des plaques d'axinite. Il donne la description détaillée du phénomène.

— M. Salet revient, à son tour, sur le spectre d'absorption de la vapeur de soufre, qu'il avait décrit au mois d'août 1871. Les bandes sombres coïncident avec les bandes lumineuses du spectre du soufre dans la flamme de l'hydrogène.

— M. G. Bouchardat signale une nouvelle classe de combinaisons de la dulcite avec les hydracides ; il a obtenu des cristaux de chlorhydrate, de bromhydrate, d'iodhydrate de dulcite ; mais ces combinaisons sont peu stables.

— M. Prinvault décrit l'action du brome sur le protochlorure de phosphore, par laquelle il produit les chlorobromures $Ph\,Cl^5\,Br^8$ et $Ph\,Cl^5\,Br^4$; ce fait, dit-il, est en contradiction avec les idées d'atomicité soutenues par certains chimistes, d'après lesquels on ne pourrait obtenir ainsi que $Ph\,Cl^3\,Br^2$.

— M. Le Vaillant adresse ses recherches sur les crocodiliens fossiles de Saint-Gérand-le-Puy. La faune de ce terrain est d'une grande richesse.

— M. A. Gris communique des considérations générales sur la structure de l'écorce dans les éricinées (rhododendron, azalée, etc.).

— M. A. Baudrimont réfute l'assertion de M. Sacc, qu'il n'y a point de rapport chimique entre la matière organique des plantes et leurs cendres, — assertion qui est de nature à entraver les progrès de l'agriculture, puisqu'elle nie l'influence des engrais. M. Baudrimont cite des analyses de plantes grasses ; en voici quelques exemples :

	Eau et matière volatile.	Matière organique.	Matière minérale.
1. Cactus péruvianus........	0.948	0.046	0.006
4. Cactus triangularis	0.883	0.101	0.016
11. Aloès....................	0.796	0.177	0.027
14. Opuntia..................	0.891	0.078	0.031

On voit que le cactus du Pérou peut se maintenir avec 95 pour 100 d'eau. La matière minérale existe dans toutes les plantes ; elle s'y trouve soit simplement dissoute dans le sol, soit fixée à la matière organique en proportions variables ; au lieu d'une combinaison intime, en proportions définies entre les molécules, il n'y a qu'une simple réunion adhésive, avec conservation de la structure fondamentale des produits organiques.

— M. Triana adresse des remarques sur le *gonolobus cundurango*, que l'on entend prôner comme antidote du cancer. Dans l'Amérique, on le citait d'abord comme un des nombreux remèdes contre la morsure des serpents. Le nom *cundur-angu* (liane du condor) veut dire que le condor se guérit avec cette plante, lorsqu'il est blessé. Le président de la république de l'Équateur a envoyé des échantillons de cette plante à plusieurs gouvernements pour être essayées par les médecins, et entre autres au gouvernement anglais pour l'établissement botanique de Kew. M. Triana (Colombien) se trouvait alors en Angleterre, et il a profité de l'occasion pour étudier cette gonolobée. Ses essais ont échoué dans des cas de cancer bien caractérisés. Cependant les documents américains feraient croire que le *cundurango* guérit des ulcères graves, et qu'il a des propriétés dépuratives et antisyphilitiques.

— M. Stan. Meunier signale la présence de la *dunite* en fragments empâtés dans les basaltes de l'île Bourbon. La *dunite* est une roche découverte par M. de Hochstetter à la Nouvelle-Zélande.

— M. Donati écrit à M. Delaunay au sujet de l'origine cosmique des aurores boréales ; il les attribue à un échange d'électricité entre le soleil et les planètes. C'est en même temps une réclamation de priorité contre M. Tacchini.

— M. V. Feltz, de Strasbourg, avait démontré que les lésions osseuses étaient souvent le point de départ d'une infection purulente, et que la propagation des lésions se faisait par des détritus venant des os mêmes. Aujourd'hui, il démontre que par l'intermédiaire du tissu médullaire des os on peut introduire dans le système veineux des substances liquides ou autres.

— MM. Legros et Onimus communiquent de nouvelles expériences sur la génération spontanée. Ils ont opéré avec un œuf dans de l'eau sucrée,

— M. Champouillon a observé la marche de la putréfaction cadavérique chez des sujets alcoolisés. Il a constaté que l'alcoolisme hâte la dissolution après la mort, en abaissant la vitalité des tissus. A l'appui de cette thèse, il cite de nombreux exemples de fédérés.

Note sur les inconvénients du procédé de dosage de l'azote par la chaux sodée et sur quelques modifications applicables aux méthodes fondées sur la mesure de ce corps à l'état gazeux.

Par M. L. Kessler.

L'expérience m'a démontré que le procédé de dosage de l'azote par la chaux sodée ne donne pas à beaucoup près, pour certaines matières organiques, tout le poids de ce corps qu'elles renferment; l'écart a été quelquefois de plus de 50 pour 100 des matières cutanées dissoutes dans l'acide sulfurique.

Ces substances, même n'opérant que sur un ou deux décigrammes, fournissent des carbures d'hydrogène et des substances volatiles azotées dont la coloration, l'insolubilité ou la basicité plus ou moins faible empêchent, si l'on emploie la méthode volumétrique, de saisir avec sûreté le point de saturation. Fait-on usage de la calcination du sel platinique lavé à l'éther alcoolisé, il arrive presque toujours que les eaux de lavage se troublent et déposent incessamment des composés platiniques qui échappent aux pesées.

Quand on songe d'ailleurs à la facilité avec laquelle le gaz ammoniac se dissocie en ses éléments lorsqu'on le fait passer dans un tube chauffé au rouge, on s'étonne même qu'un pareil procédé ne donne pas lieu à des pertes encore plus grandes, alors qu'il consiste à filtrer lentement à travers une colonne de plus en plus longue de substances portées au rouge les gaz ammoniacaux issus de la réaction.

Les inexactitudes que je viens de signaler ne me semblent plus permettre de faire de cette méthode, à peu près seule aujourd'hui entre les mains des essayeurs du commerce, la base du trafic des engrais. Fondée sur la production éventuelle d'une combinaison décomposable (l'ammoniaque) dans les conditions de l'expérience, elle ne présente aucun des caractères de rigueur qu'on retrouve dans l'analyse élémentaire.

Dans cette conviction, j'ai cherché à faciliter la manipulation des procédés dans lesquels l'azote est dégagé ainsi que mesuré en nature. J'emploie de préférence le procédé de M. Dumas par l'oxyde de cuivre; seulement, au lieu de recueillir les gaz provenant de la combustion sur le mercure, je fais usage pour les recevoir d'une poche en caoutchouc.

Cette poche est formée de deux disques en caoutchouc souple désulfuré d'environ 1 millimètre d'épaisseur et de 12 à 15 centimètres de diamètre, dont les bords sont soudés. Des deux extrémités d'un même diamètre de cette poche partent, d'un côté, un tube de caoutchouc de 25 à 30 centimètres de longueur et du diamètre du tube de dégagement de l'appareil de combustion; de l'autre côté, un tube en verre gradué en centimètres cubes. Le tube de caoutchouc se ferme, soit avec un petit robinet placé sur sa longueur, soit avec une pince en verre de Mohr.

Pour l'essai du gaz carbonique qui sert à balayer le tube de combustion, on peut se servir de pochettes semblables, mais sans tube gradué. On remplit la pochette d'eau, puis on l'exprime et on la ferme sous l'eau, on introduit dans le bout de son tube placé au delà de la fermeture et encore plein d'eau l'extrémité du tube de dégagement de l'appareil; puis on ouvre vivement le robinet ou la pince, le gaz s'y introduit. Quand la pochette est pleine, on ferme le tube et on sort de suite le tuyau de dégagement; puis, sans émerger de l'eau l'orifice de ce tube, on y enfonce le bout d'une pipette remplie de solution de soude. L'acide carbonique est absorbé, et l'on juge par le volume du résidu si l'air a été expulsé suffisamment de l'appareil de combustion. Pour mieux l'apprécier, on fait passer sous l'eau ce résidu dans un petit tube de verre.

Lorsqu'on a jugé que ce résidu est arrivé à la limite de tolérance, on ajoute la poche d'analyse comme on a fait pour la pochette d'essai, à cette différence près, qu'on y a introduit par avance une dissolution de 15 à 20 grammes de soude caustique concentrée. Si la poche se

gonfle trop de gaz, on l'agite. Je laisse de préférence tout l'appareil d'absorption sous l'eau afin d'en obtenir la garantie qu'il ne puisse y avoir ni fuite, ni endosmose d'air invisible à travers le caoutchouc et ses joints. Lorqu'il ne se dégage plus rien (ce qu'on reconnaît au mouvement d'une petite bulle de liquide qui se promène dans le tube en verre abducteur, si l'on a eu soin d'en recourber l'orifice vers le ciel), on fait passer l'acide carbonique de nouveau pour balayer le tube et on retire la poche. On prend ensuite une pochette d'essai du gaz qui continue de se dégager comme au commencement de l'opération.

Quand on retire la poche d'analyse, on a soin de pincer progressivement le caoutchouc avec les doigts en arrière de la fermeture; de cette façon le gaz arrivant balaye le tube de l'azote qui pourrait s'y trouver.

Pour mesurer l'azote, on agite bien la poche jusqu'à ce que ce gaz qu'on fait arriver dans le tube gradué ne diminue plus de volume.

Puis on pince le bout du tube flexible avec les doigts, on ouvre le robinet ou la pince, et l'on transporte sous l'eau la pochette en tenant en l'air le tube gradué. La soude caustique s'écoule. On ramène les surfaces liquides intérieure et extérieure au même niveau, et on note, comme d'habitude pour servir aux corrections : le volume de l'azote, la température de l'eau et la pression atmosphérique.

Si la quantité d'azote excédait la capacité du tube, ou si l'on voulait obtenir une mesure plus exacte à l'aide d'un tube plus étroit, avant d'évacuer la soude on ferait passer le gaz dans un autre vase. On devra prendre soin dans ce cas d'enfoncer le tuyau de caoutchouc jusqu'au sommet du nouveau tube gradué. De cette façon, les gaz ne traversant pas l'eau n'auront pas le temps de s'y dissoudre ou de se distendre par l'affusion de ceux dont cette eau pourrait être sursaturée.

NOTICES INDUSTRIELLES.

Sur la théorie chimique de la dévitrification.

Par le docteur Benrath.

Il s'est déjà écoulé près d'un siècle et demi depuis que Réaumur a appelé l'attention de ses contemporains sur l'intéressant phénomène de la dévitrification, sur cette propriété qu'a le verre longtemps chauffé à la température à laquelle il se ramollit de devenir opaque et cristallin, de transparent et homogène qu'il était auparavant. Depuis cette époque, on a publié de nombreuses observations sur les caractères mêmes du phénomène, aussi bien que sur les circonstances dans lesquelles il se produit accidentellement et les conditions de sa production régulière, et cependant la dévitrification est encore pour nous un problème à résoudre. De l'ensemble des résultats des différents travaux, il ressort que des verres de la composition la plus différente se dévitrifient dans des circonstances convenables, et que, comme l'a montré Leydholt, un verre d'apparence homogène et amorphe peut renfermer des cristaux et n'être pour ainsi dire que dans une sorte d'état de transition; qu'enfin des verres qui contiennent plus de silice que n'en comporte la formule $RO,3SiO^2$ sont sujets à une dévitrification rapide et complète.

Mais que sont ces cristaux qui traversent la masse amorphe? Ont-ils la même composition que la masse non cristallisée qui leur a donné naissance, c'est-à-dire sont-ils du verre cristallisé, comme l'a supposé M. Pelouze dans ces derniers temps? Diffèrent-ils de cette masse, comme on l'a encore prétendu, tout en étant entre eux de composition identique, ou bien sont-ils, suivant l'opinion exprimée à plusieurs reprises par M. Dumas, des mélanges indéterminés de silicates définis, de constitution analogue à la masse cristalline que laisse déposer un mélange d'acides gras? On pourrait aussi supposer, et c'est ce qui, selon toute apparence, se rapproche le plus de la vérité, que la composition des cristaux diffère suivant les circonstances dans lesquelles ils se sont formés.

Pelouze n'a pas publié les analyses comparatives sur lesquelles il fondait les vues que nous

venons d'énoncer, vues qui sont en contradiction avec celles de tous les autres auteurs : de Dumas, de Splitgerber, de Terreil, etc. Comme ces derniers, j'ai toujours trouvé dans les fragments de verre dévitrifiés plus de silice que dans les morceaux non dévitrifiés provenant de la même masse de verre.

I. Un échantillon de verre à glaces, chauffé à plusieurs reprises et en partie dévitrifié, présentait dans les couches dévitrifiées l'aspect du gypse fibreux.

Il contenait :

	Dans les couches inférieure et supérieure dévitrifiées.	Dans le milieu resté homogène.
	—	—
Silice	71.08	69.96
Acide sulfurique	0.47	0.51
Alumine et oxyde de fer	1.49	2.06
Chaux	15.82	15.31
Soude	12.16	11.14

II. Verre de notre verrerie locale, présentant dans une masse verte transparente de petites tables hexagonales blanches et délicates groupées en rosette, et des noyaux à cristallisation rayonnée :

	Parties cristallines.	Masse transparente.
	—	—
Silice	69.33	69.17
Acide sulfurique	0.42	1.22
Alumine et oxyde de fer	7.88	7.23
Chaux	13.13	13.08
Soude	9.24	9.30

III. Verre fait pour l'expérience et dévitrifié par un long séjour dans le fourneau de fusion ; les parties dévitrifiées présentaient des noyaux sphériques :

	Parties dévitrifiées.	Non dévitrifiées.
	—	—
Silice	78.14	77.47
Acide sulfurique	0.52	0.73
Alumine et oxyde de fer	1.91	1.92
Chaux	8.88	9.66
Soude	10.55	10.22

Des verres de baryte donnèrent le même résultat.

Si les expériences que nous venons de citer et toutes celles qui, à ma connaissance, ont été publiées, mettent en évidence cet accroissement de la proportion de silice dans le verre dévitrifié, il faut cependant reconnaître que la différence est très-minime et qu'elle n'est nullement suffisante pour mener à une conclusion sur la constitution des cristaux formés. Il n'y a pas à s'en étonner quand on songe que rien ne nous garantit que ce que l'on désigne comme partie dévitrifiée soit exempte, même approximativement, de verre amorphe. Avec des échantillons en cristaux grossiers, on peut déjà souvent, par une observation attentive à l'œil nu, se convaincre qu'il y a là toujours un mélange de matière cristallisée et de matière non cristallisée. On arrive au même résultat en examinant au microscope les masses de structure cristalline très-délicate. Les cristaux et la solution mère solidifiée adhèrent tellement l'un à l'autre que, même avec les échantillons présentant les plus gros cristaux, une séparation mécanique est impossible. Aussi, le meilleur moyen de séparation me parut être celui qu'avait employé Leydholt pour déceler les cristaux dans un verre d'apparence homogène, c'est-à-dire, dans le cas qui nous occupe, la décomposition partielle des masses à analyser au moyen de l'acide fluorhydrique. Je traitai donc à chaud mes échantillons, finement pulvérisés, par une quantité d'acide fluorhydrique aqueux insuffisante pour décomposer toute la masse et, après avoir éliminé la partie décomposée, je soumis le résidu à l'analyse.

Je soumis d'abord à cette méthode d'analyse deux échantillons de verre à glaces bien fondu et sans défauts, et d'apparence homogène. Après l'attaque, on put y déceler des aiguilles et des agrégats d'aiguilles microscopiques.

La composition de ces verres était la suivante :

	I.	II.
Silice	70.05	68.67
Acide sulfurique	Traces.	0.80
Alumine et oxyde de fer	0.85	2.36
Chaux	16.55	13.75
Soude	12.55	14.42
	100.00	100.00

Les échantillons, finement pulvérisés, furent mis à digérer avec de l'acide fluorhydrique aqueux, le liquide fut évaporé, et la masse décomposée de la manière ordinaire par l'acide sulfurique, on reprit par de l'eau aiguisée d'acide chlorhydrique, et on lava aussi rapidement et aussi complétement que possible.

I laissa 7 pour 100, II laissa 2 pour 100 de résidu ; ces résidus présentaient la composition suivante :

	I.	II.
Silice	70.34	69.91
Alumine et oxyde de fer	1.62	2.40
Chaux	18.53	15.71
Soude	9.51	11.98
	100.00	100.00

L'acide fluorhydrique avait exercé sur les deux verres des actions analogues : *les résidus ne contenaient guère plus de silice que les verres eux-mêmes, mais ils contenaient beaucoup plus de chaux.*

Espérant arriver à des résultats beaucoup plus exacts avec une masse grosièrement cristalline, dans laquelle la grosseur des fragments et la surface d'action auraient une grande influence sur la décomposition, je soumis au traitement par l'acide fluorhydrique le verre à glaces dévitrifié dont j'ai parlé plus haut, et dont la composition était la suivante :

Silice	71.08
Acide sulfurique	0.47
Alumine et oxyde de fer	1.49
Chaux	15.82
Soude	11.14
	100.00

5gr.26 de substance dévitrifiée, en poudre aussi fine que possible, furent mis à digérer à chaud dans de l'eau contenant 5 pour 100 d'acide fluorhydrique aqueux concentré ; on eut soin de remuer constamment et on évapora à sec; on décomposa les fluorures par des traitements répétés à l'acide chlorhydrique fumant, on reprit par de l'eau aiguisée d'acide chlorhydrique et on lava avec soin le résidu. La solution, évaporée à sec, contenait les bases suivantes :

Alumine et oxyde de fer	0gr.0260
Chaux	0gr.4180
Soude	0gr.2765

Rapportant les résultats à ce que contenait la masse employée :

	Dans le verre primitif.	Enlevé par la décomposition.	Enlevé après 1re attaque pour 100 des substances primitives	Résidu pour 100.	
Alumine et oxyde de fer	0gr.078	0gr.026	33.3	0gr.052	66.7
Chaux	0gr.832	0gr.418	50.0	0gr.414	50.0
Soude	0gr.586	0gr.277	52.8	0gr.309	47.2

Le résidu fut soumis à une seconde attaque ; le résidu de l'évaporation de la liqueur contenait :

Alumine et oxyde de fer	0gr.0205
Chaux	0gr.1480
Soude	0gr.1490

En tubulant comme précédemment :

	Contenu dans le 1er résidu.	Enlevé.	Enlevé pour 100 de ce que contenait le 1er résidu.	2me résidu contient.	2me résidu pour 100 de ce que contenait la substance primitive.
Alumine et oxyde de fer...	0gr.052	0gr.021	40.4	0gr.031	39.8
Chaux..................	0gr.414	0gr.148	35.7	0gr.266	22.2
Soude..................	0gr.277	0gr.149	53.9	0gr.128	21.8

La proportion de chaux qui, dans le verre soumis à l'analyse, dépassait d'environ un tiers celle de la soude, se trouvait après deux décompositions partielles presque égale à celle de la soude. Après un troisième traitement par l'acide fluorhydrique, le résidu non décomposé ne pesait plus que 0gr.586, soit 10 pour 100 de la masse primitive ; sa composition était la suivante :

Silice....................................	78.56
Alumine et oxyde de fer....................	2.56
Chaux.....................................	8.79
Soude.....................................	10.09

La proportion de chaux était encore tombée au-dessous de celle de la soude, et ce dernier résidu contenait sensiblement des équivalents égaux de chaux et de soude. La proportion de silice ne s'était élevée que de 8.6 pour 100.

Ce résultat conduirait à faire envisager le phénomène de la dévitrification comme une séparation de s licates acides, et par suite moins fusibles que la masse vitreuse. Dans le cas présent, ce serait un sel de la composition $NaO, CaO, 8SiO^2$.

Silice....................................	80.3
Chaux.....................................	9.4
Soude.....................................	10.3

Cette manière de voir s'accorde bien avec toutes les observations et, entre autres, expliquerait la dévitrification de plusieurs verres que j'ai analysés. Voici le résultat de mes expériences :

Verre à glaces de Smoljaninow dans le Rjasan (Russie), devenu opaque ; densité : 2.412 ; composition :

Silice....................................	73.70
Acide sulfurique..........................	0.70
Alumine et oxyde de fer....................	1.89
Chaux.....................................	6.53
Soude.....................................	17.18
	100.00

Excès de silice sur la formule $RO, 3SiO^2 = 2.3$ pour 100.

Verre de Siemens, à Dresde, blanc, opaque, dévitrifié :

Silice....................................	73.64
Acide sulfurique..........................	0.38
Alumine et oxyde de fer....................	1.59
Chaux.....................................	7.85
Soude.....................................	16.54
	100.00

On pourrait citer ici, comme exemple de séparation suivant les équivalents, un verre analysé par Splitgerber. Il contenait :

Silice....................................	77.63
Alumine...................................	0.59
Chaux.....................................	6.25
Soude.....................................	15.53
	100.00

Ou, déduction faite de 1.28 pour 100 d'argile :

	Verre de Splitgerber.	$2(2NaO,CaO)21SiO^2$.
Silice	77.9	77.8
Chaux	6.4	6.9
Soude	15.7	15.3

Dévitrification d'après l'équation :

$$2(2NaO,CaO)\,21\,SiO^2 = 2NaO,CaO,9SiO^2 + 2NaO,CaO,12SiO^2.$$

Si plausible que semble une pareille explication, elle devait être vérifiée par l'expérience. Je préparai à cet effet deux échantillons de verre de la composition $2NaO,CaO)14SiO^2$ et $NaO,CaO,8SiO^2$. Après refroidissement lent dans le fourneau de fusion, le premier ne présentait à la surface que des traces de dévitrification, tandis que dès le commencement du refroidissement on pouvait reconnaître dans la masse de l'autre échantillon, homogène d'ailleurs lorsqu'elle se refroidissait rapidement, des granulations sphériques qui devinrent plus nombreuses à mesure que la température s'abaissait. Après complet refroidissement, la masse était devenue tout entière opaque, à l'exception de quelques parties restées transparentes ; ces dernières pouvaient être facilement séparées mécaniquement sous forme de fragments irréguliers.

Cette masse donna à l'analyse :

	Parties dévitrifiées.	Parties transparentes.
Silice	78.14	77.47
Acide sulfurique	0.52	0.73
Alumine et oxyde de fer	1.91	1.92
Chaux	8.88	9.66
Soude	10.55	10.22
	100.00	100.00

Composition de la masse dévitrifiée, déduction faite de l'argile et du sulfate de soude :

		Calculé d'après la formule $NaO, CaO, 8SiO^2$.
Silice	79.9	80.3
Chaux	9.4	9.3
Soude	10.7	10.4

Si la dévitrification complète de la masse en question n'est, comme on l'a indiqué, qu'une cristallisation du composé $NaO,CaO,8SiO^2$, on devait, en le soumettant au traitement par l'acide fluorhydrique, obtenir un résidu de même composition que la masse elle-même.

7 grammes de la masse dévitrifiée furent traités par l'acide fluorhydrique et l'acide sulfurique de la manière indiquée plus haut, et le résidu fut lavé; il pesait $1^{gr}.568$ et avait la composition suivante :

Silice	95.02
Alumine	0.70
Chaux	1.95
Soude	2.33
	100.00

En répétant l'expérience avec 5 grammes de matière, nous obtînmes un résidu de $0^{gr}.93$.

Examiné au microscope avec un grossissement de 200 fois, il se composait de quelques rares fragments de verre à faces fortement dépolies, et de petites aiguilles cristallines. Sa composition en centièmes était la suivante :

Silice	98.49
Alumine	0.80
Chaux	0.34
Soude	0.37
	100.00

Il n'y a donc aucun doute que dans ces résidus, et par suite dans le verre dont ils provenaient, nous avions affaire à de la silice qui avait cristallisé pendant le refroidissement lent. Cette silice n'était pas du quartz resté insoluble dans la masse siliceuse, car si on refroidis-

sait brusquement cette masse fondue ou si on l'étirait en fils, on y observait bien des nœuds, mais aucune trace de parties non dissoutes.

S'il se produit dans le verre dont nous parlons une telle séparation de silice cristallisée (l'équation $RO,4SiO^2 = RO,3SiO^2 + SiO^2$ exige 20 pour 100 et on avait trouvé 18 pour 100), il reste à se demander si cette séparation de silice se produit encore dans la dévitrification de silicates plus basiques. D'un autre côté, en même temps que l'acide silicique, il pouvait se former d'autres composés cristallins.

L'expérience suivante fut faite avec un verre à bouteilles très-basique dévitrifié ; il présentait l'aspect de sphéroïdes rayonnés, entrelacés les uns dans les autres. Sa densité était 2.532 ; il avait la composition suivante :

Silice	63.91
Acide sulfurique	0.55
Alumine et oxyde de fer	13.97
Chaux	14.52
Soude	7.05

Cette composition se rapproche beaucoup de la formule $RO,2SiO^2 + R^2O^3,2SiO^2$. On traita par l'acide fluorhydrique 4gr.5 de cette masse. Le résidu pesait 1gr.047; il était composé d'agrégats cristallins en forme de chou-fleur et d'aiguilles isolées ; il y avait, en outre, quelques fragments de verre fortement rongés. Sa composition était :

Silice	69.95
Alumine et oxyde de fer	15.91
Chaux	2.10
Alcalis	12.04
	100.00

En admettant, d'après l'examen microscopique, que les 2.10 pour 100 de chaux provenaient de verre décomposé, dont ils représentaient 14.4 pour 100, la composition des cristaux seuls devient :

		ALBITE ($NaO, Al^2O^3, 6SiO^2$)
Silice	70.9	69.3
Alumine et oxyde de fer	16.2	19.1
Soude	12.9	11.6

Cette composition se rapproche donc de celle de l'albite. Or, comme MM. Kjerulf et Bischof ont établi qu'une masse donnée de roche feldspathique laisse cristalliser des silicates plus chargés en silice que la masse qui leur a donné naissance; et que, d'ailleurs, la masse de verre sur laquelle nous avons opéré ne contient que 64 pour 100 de silice, on arrive forcément à cette conclusion que ce verre basique avait laissé déposer de l'oligoclase ($2NaO, 2Al^2O^3, 9SiO^2$) en même temps que de la silice cristallisée.

Nous avons obtenu des résultats analogues, c'est-à-dire la formation de feldspath et de silice, avec un verre de notre verrerie locale qui, dévitrifié, présentait de gros cristaux rayonnés. Il avait pour composition :

Silice	70.18
Acide sulfurique	0.33
Alumine et oxyde de fer	4.55
Chaux	11.51
Soude	13.43

Des décompositions successives me donnèrent des résidus composés de fragments de verre corrodés et des agrégats cristallins; ces résidus avaient la composition suivante :

	I.	II.	III.
Silice	76.02	80.30	75.30
Alumine	5.43	5.32	6.29
Chaux	6.56	5.27	7.09
Soude	11.99	9.11	11.32
	100.00	109.00	100.00

que l'on peut exprimer comme il suit :

	I.	II.	III,
Oligoclase	23.5	22.9	27.2
Verre $(Na, Ca)O, 2SiO^2$	46.3	34.0	44.3
Silice cristallisée	30.2	43.1	28.5
	100.00	100.0	100.0

Si donc, comme nous l'avons vu, il se dépose aussi de la silice cristallisée dans des verres dont la composition ne correspond pas à la formule $RO, 3SiO^2$, on pourrait se représenter cette partie du phénomène de la dévitrification comme une séparation s'effectuant à une basse température suivant l'égalité :

$$RO, (2+x)SiO^2 = RO, 2SiO^2 + xSiO^2.$$

Cependant il ne nous semble pas démontré qu'il en soit ainsi, et que dans des verres dont la composition centésimale correspond aux formules $RO, 3SiO^2$; $RO, 4SiO^2$, etc, ont ait affaire à des tri, quadrisilicates, etc. D'après la manière dont le verre se comporte à la fusion et au refroidissement, nous sommes convaincu qu'il ne consiste pas en silicates définis à 3, 4, etc. équivalents d'acide ; qu'il n'y a là que des solutions de silice dans le verre ($RO, 2SiO^2$) et que, comme dans les solutions d'autres sels, la quantité de substance dissoute varie suivant les différentes températures. Un verre d'apparence homogène est une solution sursaturée refroidie rapidement, ou bien une cristallisation hâtée, et par suite incomplète, interrompue ; dans des circonstances favorables telles qu'un ramollissement de la masse et par suite un mouvement dans son intérieur, la cristallisation s'achève et les cristaux grossissent. Ce qui s'applique à la silice s'applique naturellement aussi aux autres composés solubles dans le verre, qu'ils soient binaires ou de composition plus complexe, et par conséquent aussi au feldspath. A ce point de vue, la dévitrification semble tout à fait analogue à la formation de cristaux d'exyde de chrome dans l'aventurine de chrome de Pelouze, et au procédé par lequel des verres contenant du phosphate de chaux ou de l'oxyde de zinc deviennent troubles par un refroidissement lent.

De l'emploi du silicate de soude dans la fabrication des savons.

Par Guido Schnitzer.

On avait cherché à employer le silicate de soude dans la fabrication des savons de suif et d'huile d'olive, mais on y a renoncé parce que, en raison de leur grande dureté, ces savons sont peu propres à être mélangés avec le silicate alcalin et qu'une forte addition de ce dernier les rend sujets à se recouvrir de cristallisations.

L'addition de silicate de soude a, au contraire, donné de bons résultats avec les savons d'huile de palme et d'huile de noix de coco. Outre qu'elle augmente l'alcalinité, cette addition de silicate donne au savon plus de dureté et de durée. Aussi, le silicate de soude a-t-il trouvé son emploi dans la fabrication des savons de toilette, principalement pour la production à bas prix des savons parfumés blancs, colorés et marbrés, qui sont aujourd'hui si recherchés.

L'analyse de deux savons commerciaux d'origine viennoise nous a donné les résultats suivants :

I. Savon de toilette marbré de rouge contient, pour 100 :

Soude	12
Silice	10
Eau	30
Acides gras	48

II. Savon parfumé rouge contient, pour 100 :

Soude	12.5
Silice	8.5
Eau	33.0
Acides gras	46.0

Ces savons sont fabriqués par ce qu'on appelle la saponification à froid.

On chauffe l'huile de palme jusqu'à son point de fusion (40 — 44° C.), on ajoute de la lessive de soude à 38° Baumé et on agite jusqu'à ce que le tout forme une pâte homogène; on y mélange enfin la solution de silicate de soude à 36° Baumé.

Quand le savon doit être coloré, avant de couler, on ajoute quelques gouttes de matière colorante, le plus souvent une couleur d'aniline dissoute dans de la glycérine. D'ordinaire, l'addition de la lessive de soude (qui n'a pas besoin d'être chauffée) à la matière grasse fondue abaisse la température de 50 à 30° C. L'addition du silicate alcalin l'abaisse encore davantage. L'emploi des couleurs d'aniline présente la particularité suivante :

Quand on incorpore à la masse du savon assez de solution de fuchsine, par exemple, pour lui communiquer une coloration rose, en refroidissant, la masse se décolore presque complétement et ce n'est qu'au bout de quelques jours ou plus que la couleur reparaît avec toute sa vivacité.

On peut faire l'expérience en petit de la manière suivante : On chauffe 180 grammes d'huile de palme dans une capsule de porcelaine à 40° C., on maintient à cette température jusqu'à complète fusion de la matière grasse et on ajoute 100 grammes de lessive de soude à 38° Baumé en remuant jusqu'à ce que la masse forme une pâte homogène. On ajoute alors, en remuant continuellement, 140 grammes de solution de silicate de soude à 36° Baumé, et quand le mélange est homogène, on y introduit quelques gouttes de matière colorante suivant la nuance que l'on veut obtenir. Quand on emploie de la fuchsine, la masse, en se solidifiant, devient presque blanche, mais prend au bout de quelques jours une couleur rouge vif.

M. Storer a déjà indiqué l'emploi du silicate de soude pour la fabrication des savons pendant la guerre d'Amérique ; il servait alors de succédané de la résine dont le prix s'était élevé très-haut. Il avait même indiqué qu'il est très-important pour les fabricants de se procurer une qualité de silicate de soude susceptible de se combiner avec le savon. On observe en effet que le mélange est d'autant plus intime et d'autant plus durable que le silicate employé est plus riche en silice. Pour établir comment on peut, dans la fabrication du silicate de soude, *l'obtenir aussi riche que possible en silice, sans diminuer sa solubilité dans l'eau chaude*, j'ai institué une série d'essais dont je réunis ici les résultats.

Le silicate de soude peut se préparer soit directement au moyen du sel de Glauber (voir essai n° 1), ou bien d'une manière plus simple et moins longue par le carbonate de soude (essais 2 — 6). Quand on emploie le sulfate de soude, la masse contient souvent du sulfure sodium ; aussi l'emploi du carbonate de soude est-il préférable pour la préparation du silicate pur. Les essais suivants ont été tous faits avec la même espèce de sable aussi exempt que possible de chaux et d'oxyde de fer et des carbonates de soude de différents titres.

NUMÉROS DES ESSAIS.	MÉLANGE POUR LA FUSION.	TITRE du carbonate de soude en $NaOCO^2$.	RAPPORT entre $NaO : SiO^2$ dans la solution de la masse fondue.
1.......	170 parties sable.................... 120 — sel de Glauber calciné...... 20 — coke....................	....	1 : 3.2
2.......	160 parties sable.................... 120 — carbonate de soude........	83.6 pour 100	1 : 2.64
3.......	180 parties sable.................... 100 — carbonate de soude........	91.0	1 : 2.9
4.......	180 parties sable.................... 110 — carbonate de soude........	95.0	1 : 2.6
5.......	160 parties sable.................... 120 — carbonate de soude........	80.4	1 : 2.7
6.......	172 parties sable.................... 120 — carbonate de soude........	90.0	1 : 2.8

Le produit de l'essai 1 était assez difficilement soluble. Les produits des essais 2 — 6, mis à bouillir le même temps avec une égale quantité d'eau donnèrent des solutions de concentration peu différentes. La proportion la plus favorable fut celle de l'essai 3 ; elle est donc à recommander pour la production en grand du silicate de soude. On obtient rarement une masse complétement soluble dans l'eau. Après une longue ébullition avec de l'eau, il reste encore une substance pulvérulente, en partie boueuse, qui, bouillie avec une lessive étendue de soude, peut encore fournir une solution concentrée de silicate. Nous dirons en passant que le silicate ainsi obtenu a des qualités particulières. Ces résidus insolubles se composent de silice, de silicate de soude insoluble, ou d'autres silicates plus complexes, quelquefois à 36 équivalents d'acide. Nous les avons traités à l'ébullition par une lessive de soude à 6° Baumé et concentré la solution à 40° Baumé; l'analyse a montré que NaO et SiO^2 sont dans le rapport de 1 à 1 ; par refroidissement, il se forma des tables cristallines très-aqueuses ayant pour formule $NaO\,SiO^2 + 8HO$ et composées en centièmes de :

Soude..	23
Silice..........................	23
Eau.....................	53
Sulfate de soude................	1

Une solution saturée à froid de ces cristaux marque 27° Baumé, de même que l'eau mère de la cristallisation.

Par suite de la différence de solubilité des produits que l'on obtient par la fusion, le rendement en solution diffère beaucoup. Ainsi, un échantillon de silicate peu soluble donna, pour 100 parties de carbonate de soude employé, 277 parties de silicate fondu ; et comme 100 parties de cette masse fondue donnèrent 166 parties de solution à 36° Baumé, il en résulte que 100 de carbonate de soude avaient produit 459 de solution de silicate à 36° Baumé. Un autre échantillon, facilement soluble, ne donna que 200 de masse fondue; celle-ci 260 pour 100 de solution à 36° Baumé, de sorte que 100 de carbonate de soude avaient fourni 520 de solution de silicate à 36° Baumé.

Le fabricant de savon qui emploie en grand le silicate de soude aura à tenir compte de toutes ces circonstances, soit qu'il fabrique lui-même ou qu'il achète le silicate alcalin.

Sur la préparation de l'argent pur.

Par le docteur G. Grœger.

Les méthodes de préparation de l'argent pur, et par suite du nitrate d'argent pur, sont si nombreuses qu'on ose à peine en proposer de nouvelles. Cependant un procédé qui, à mon avis, doit être rangé parmi les meilleurs, mérite encore d'être publié. L'argent est toujours un métal cher, et plus il faut d'opérations pour l'extraire de ses combinaisons, plus il y a de danger de perte. Une méthode simple, quand même elle ne satisferait pas à toutes les conditions, devrait donc être préférée à une méthode compliquée.

Dans la plupart des cas, il s'agit de séparer l'argent du cuivre dans une dissolution azotique. Il y a deux méthodes principales d'effectuer cette séparation : ou bien on précipite tout l'argent à l'état de chlorure, ou bien on élimine le cuivre à l'état d'oxyde, en mettant la solution, aussi neutre que possible, en digestion avec un très-faible excès d'oxyde d'argent, jusqu'à ce que la solution soit devenue incolore et ne devienne plus bleue quand on ajoute de l'ammoniaque. Quand il n'y a qu'une petite quantité de cuivre, on peut encore évaporer à sec la solution des deux métaux et fondre le résidu à une douce chaleur; on décompose ainsi le nitrate de cuivre, et en reprenant ensuite par l'eau, l'oxyde de cuivre reste insoluble

Abstraction faite de ce qu'il faut employer deux fois plus d'acide nitrique pur, on ne voit d'abord pas d'objection à la précipitation de l'argent à l'état de chlorure. Mais vient ensuite le lavage du précipité qui doit être très-parfait, si on ne veut pas manquer l'opération, et enfin la réduction du chlorure desséché. Cette dernière opération ne se fait presque jamais sans perte et n'est jamais complète, car lorsqu'on redissout ensuite l'argent dans l'acide nitrique, il reste toujours plus ou moins de chlorure insoluble. Ces défauts existent, soit que l'on réduise le chlorure d'argent au moyen du sucre de raisin en présence du carbonate

de soude et de potasse, ou bien, comme je l'ai proposé, en traitant par du zinc pur la solution ammoniacale du chlorure d'argent.

La digestion de la solution des deux nitrates avec de l'oxyde d'argent ne donne pas de meilleurs résultats ; il faut employer un excès d'oxyde d'argent dont on ne peut à l'avance déterminer la quantité, et il reste toujours beaucoup d'argent mélangé au résidu de cuivre. Si on veut extraire cet argent du résidu, il faut avoir recours de nouveau au même procédé. Quant à la séparation par fusion des deux nitrates, elle a ce désavantage que des particules de nitrate de cuivre échappent à la décomposition, et qu'on casse souvent la capsule de porcelaine dont on se sert.

A tous ces inconvénients des diverses méthodes vient s'ajouter pour toutes ce désavantage qu'il faut longtemps pour obtenir de l'argent pur. Le procédé que je propose, et que je vais décrire, est exempt de la plupart, peut-être de tous les inconvénients dont je viens de parler, et il conduit au but en fort peu de temps.

On dissout d'abord dans l'acide nitrique pur l'alliage d'argent et de cuivre, on fait en sorte que la solution contienne aussi peu d'acide libre que possible; cependant un excès n'aurait pas d'autre inconvénient que la perte de l'acide. Suivant la quantité de substance employée, on introduit la solution dans une grande capsule de porcelaine ou dans un petit matras, on chauffe légèrement et on neutralise le liquide par de la craie exempte de chlore. Quand la neutralisation est opérée, on chauffe à 70° C et on continue l'addition de carbonate de chaux jusqu'à ce que la solution soit devenue incolore ; dans cette réaction il se précipite de l'hydrocarbonate de cuivre, et il se dégage de l'acide carbonique avec une telle violence que l'on peut prendre la fin du dégagement d'acide carbonique comme signe de la complète précipitation du cuivre; on a du reste la ressource d'essayer la solution au moyen du ferrocyanure de potassium qui donne un précipité rouge-brun tant que la liqueur contient encore du cuivre. Il n'y a pas à craindre d'ajouter un excès de craie, car, à la température de 60 à 70° C à laquelle on opère, le carbonate d'argent ne se précipite pas, sa précipitation n'ayant lieu qu'à l'ébullition. On laisse alors déposer, on filtre et on lave le précipité de carbonate de cuivre, qui, soit dit en passant, possède une belle couleur verte qui pourrait être utilisée dans la peinture.

On a donc une solution contenant du nitrate d'argent et du nitrate de chaux. On pourrait précipiter tout l'argent à l'état de carbonate en faisant bouillir avec du carbonate de chaux, mais, comme la précipitation est un peu longue, il vaut mieux précipiter de suite les deux métaux à l'état de carbonates au moyen du carbonate de soude; on obtient ainsi un précipité jaune clair, se déposant rapidement et facile à laver. On le filtre, le lave, le dessèche et le calcine. Le carbonate d'argent perd d'abord son acide carbonique, et le mélange prend une couleur brun foncé; en continuant à calciner modérément, la teinte passe au gris par suite de la réduction de l'argent. On laisse alors refroidir et on fait digérer avec de l'acide chlorhydrique étendu, le carbonate de chaux se dissout et l'argent reste sous forme de poudre insoluble que l'on lave et que l'on peut ensuite fondre en un culot ou dissoudre directement dans l'acide azotique pour faire de l'azotate d'argent.

On peut encore traiter la solution des nitrates par l'oxalate d'argent qui précipite l'oxalate de chaux et laisse en solution le nitrate d'argent pur. Voici comment on procède : si on a pes, l'alliage, on peut, en précipitant par le chlorure de sodium une portion déterminée de la solution des nitrates d'argent et de chaux, savoir combien l'alliage contenait d'argent, eté par différence, combien il y avait de cuivre. Maintenant, la quantité de chaux en solution est précisément équivalente à la quantité de cuivre contenue de l'alliage, on peut donc la calculer et savoir combien il faut employer d'oxalate d'argent; 31.61 de cuivre exigent 108 d'argent. On prépare cet oxalate au moyen même de la liqueur à traiter. Supposons, pour fixer les idées, que l'alliage contienne 25 pour 100 de cuivre pour convertir le nitrate de chaux en oxalate, il faudra 85 23 d'argent à l'état d'oxalate $\left(\text{soit } \frac{108 \times 25}{31} = 85.23\right)$. Ces 85.23 d'argent se trouvent dans $\frac{85.23}{75} = 113.64$ parties en volume de la solution. Il n'y a donc qu'à faire digérer 100 volumes de la solution avec le précipité obtenu en traitant

par l'oxalate d'ammoniaque 113.64 volumes de la même solution. Si l'alliage contenait équivalents égaux de cuivre et d'argent, il faudrait précipiter par l'oxalate d'ammoniaque la moitié de la liqueur.

Cette séparation du cuivre et de l'argent est très-exacte. Les principaux avantages du procédé sont d'abord une économie de temps, car toutes les opérations réunies ne prennent pas plus de temps que la dissolution de l'alliage, puis la complète séparation du cuivre, car le précipité de carbonate de cuivre est très-facile à laver. En outre, l'acide nitrique employé n'est pas complètement perdu, car on le retrouve à l'état de nitrate de soude très-pur, et il ne faut qu'une température relativement faible pour opérer la réduction du carbonate d'argent, de sorte que cette calcination n'est pas une cause de perte. Enfin, rappelons que l'hydrocarbonate de cuivre précipité peut trouver son emploi dans la peinture.

La fabrication de l'acide tartrique dans le sud de l'Allemagne.

Par le docteur Kurtz.

La fabrication de l'acide tartrique se compose de deux opérations : 1° la production du tartrate de chaux ; 2° la préparation de l'acide tartrique au moyen de ce tartrate. Les matières premières consistent dans la pierre de tartre, la levûre vinique et les résidus des fabriques de sel de seignette et des raffineries de tartre.

1° — Fabrication du tartrate de chaux.

A. — *Au moyen du tartre brut.*

On introduit la pierre de tartre (environ 500 à 750 kilos, suivant la qualité) dans un grand bac de la contenance d'environ 100 hectolitres, rempli d'eau aux 4 cinquièmes. On chauffe à la vapeur presque jusqu'à la température d'ébullition de l'eau, en ayant soin de maintenir le mélange dans un état d'agitation constante au moyen d'un agitateur. Quand la température a atteint presque le point d'ébullition de l'eau, on arrête la vapeur et on ajoute de la craie pour saturer la moitié de l'acide du tartre. Il se précipite du tartrate de chaux, et le tartrate neutre de potasse, qui est très-soluble, reste en solution. Il se dégage beaucoup d'acide carbonique ; aussi, les ouvriers doivent-ils être protégés contre ce gaz par une ventilation convenable. Théoriquement, il faut employer dans cette réaction 3 parties de craie pour 18.8 de pierre de tartre ; mais comme le tartre brut contient rarement plus de 80 pour 100 de bitartrate de potasse, on n'a besoin, dans la pratique, que d'une moindre quantité de craie. Il ne faut pas non plus neutraliser complétement, parce qu'alors on précipiterait la magnésie, l'alumine, l'oxyde de fer, etc., dont la présence dans le précipité gênerait beaucoup pour la suite de la fabrication. Il est même bon, lorsqu'on opère avec du tartre contenant beaucoup de ces matières étrangères et fortement coloré, d'ajouter au commencement de l'opération 50 à 100 kilos d'acide chlorhydrique et de ne pas neutraliser entièrement afin de ne pas être gêné plus tard par la présence dans les liqueurs tartriques de l'alun et du sulfate de magnésie.

La transformation du tartrate neutre de potasse en tartrate de chaux s'effectue généralement à l'aide du gypse, parce qu'il est à meilleur marché que le chlorure de calcium. La quantité de gypse nécessaire à l'opération se déduit de la quantité de craie que l'on a employée ; pour 5 parties de craie, il faudra prendre 8.6 de gypse. Naturellement, rien n'empêche d'ajouter le gypse avant ou pendant la saturation par la craie ; un excès de ce sel n'est pas nuisible. Comme le tartrate de chaux préparé avec la levûre vinique (voyez plus bas) est très-pur et fournit, par conséquent, quand on le traite par l'acide sulfurique, un gypse très-pur, il y a avantage, dans les fabriques où on traite à la fois le tartre et la levûre vinique, à employer pour la précipitation du tartrate de chaux le gypse ainsi obtenu comme produit accessoire. La réaction du sulfate de chaux sur le tartrate neutre de potasse est lente et demande plusieurs heures, surtout lorsque la solution est concentrée. Pour voir si la réaction est terminée, on filtre une portion refroidie de la liqueur et on ajoute de l'acide acétique ; cet acide ne doit pas produire de précipité si l'opération est complète. Arrivé à ce point, on laisse refroidir le liquide jusqu'à 50° C. ; puis, on le fait passer dans un autre bac, où doit se déposer le tartrate de chaux, en lui faisant d'abord traverser un tamis pour retenir les ma-

tières étrangères que contient souvent le tartre, telles que copeaux de bois, morceaux de soufre fondu, etc. Au bout de trois à quatre heures, la température du liquide est descendue à environ 25 degrés et le tartrate de chaux s'est déposé, de sorte qu'on peut enlever au moyen d'un siphon le liquide surnageant. On ajoute de l'eau, on remet le tartrate en suspension au moyen d'un agitateur, on laisse déposer et on décante de nouveau. Trois décantations sont suffisantes, en général, pour obtenir le tartrate de chaux à l'état de pureté convenable. Le liquide provenant de la première décantation contient beaucoup de sulfate de potasse, qu'on peut en retirer quand on en trouve un placement qui puisse couvrir les frais d'évaporation.

B. — *Au moyen de la levûre de vin.*

Dans le printemps qui suit la fabrication du moût, après la fin de la fermentation principale, il s'est fait dans le vin nouveau un dépôt (environ 5 pour 100 du vin) et qui est formé par la levûre. On la sépare du vin par décantation. Cette levûre liquide fournit, lorsqu'on l'exprime, environ 5/8 de vin *d'expression.* En Autriche-Hongrie, ce vin d'expression, coloré par du vin rouge à bon marché venant de Dalmatie, et additionné d'une quantité convenable de glycérine, est vendu comme boisson. Les 3/8 qui restent constituent la levûre pâteuse. Autrefois, cette levûre n'était guère employée que comme engrais en raison des sels de potasse et des phosphates qu'elle contient. D'après nos renseignements, c'est M. Seibel, de Liesing, près Vienne, qui, le premier, a fait remarquer que cette levûre contient de 7 à 20 pour 100 de tartrates et en a extrait ces sels. Beaucoup de fabricants ont suivi son exemple.

Dans les fabriques d'acide tartrique, tantôt on exprime la levûre, tantôt on l'emploie sans l'exprimer. Pendant la saison où on ne peut plus se procurer de levûre fraîche, on l'emploie exprimée et desséchée.

A. — *Traitement de la levûre humide.*

Que la levûre soit encore à l'état liquide ou qu'elle ait été exprimée, on la traite pour en retirer une eau-de-vie que certaines personnes trouvent agréable. Cette eau-de-vie est plus chère que la plupart des autres sortes d'eaux-de-vie (celles de pommes de terre, de maïs, par exemple). Aussi ajoute-t-on avant de distiller autant d'esprit-de-vin que l'on compte obtenir d'eau-de-vie ; on atténue ainsi la saveur brûlante du liquide obtenu. Si on rectifie cette eau-de-vie pour en retirer de l'esprit-de-vin, on obtient un produit irréprochable très-propre à la fabrication des liqueurs. On obtient en même temps une huile composée (au moins avec la levûre de Hongrie) d'alcool amylique, d'acide amylique et de caprylate d'amyle.

La distillation terminée, on ajoute de l'eau, si cela est nécessaire, et, au moyen d'une pompe ou d'un monte-jus, on fait arriver le mélange dans un grand bac de 100 à 150 hectolitres. On introduit ainsi dans ce bac 2,500 kilos de levûre, on remplit presque entièrement d'eau, on ajoute environ 50 kilos d'acide chlorhydrique du commerce, on met l'agitateur en mouvement et on chauffe à la vapeur presque jusqu'à l'ébullition. Ce point atteint, on cesse d'agiter et de faire arriver la vapeur, et on laisse déposer quelques heures. On syphonne alors le liquide clair dans un autre bac de grandeur convenable et on neutralise avec de la craie en ayant soin d'agiter continuellement. Il se forme du chlorure de calcium qui précipite tout l'acide tartrique ; on fait alors passer le mélange dans un troisième bac où le tartrate de chaux se dépose et où on le lave de la manière indiquée plus haut. Quant au dépôt boueux resté dans le premier bac, on le filtre dans une presse à filtrer analogue à celles en usage dans les sucreries, et on en retire ainsi l'acide tartrique qu'il retient encore. Le résidu de cette expression peut servir à la fabrication du noir de Francfort ou de la potasse brute.

B. — *Traitement de la levûre sèche.*

Après avoir été exprimée, la levûre encore humide est divisée en morceaux gros comme le poing et mise à sécher à l'air ; elle sert de matière première pour l'automne et l'hiver, alors qu'on ne peut plus se procurer de levûre fraîche. On réduit d'abord ces morceaux en poudre dans un moulin ordinaire, opération qui ne présente aucune difficulté. On en introduit ensuite de 900 à 1250 kilos dans un bac de 100 à 150 hectolitres, on remplit d'eau, on ajoute de 25 à 50 kilos d'acide chlorhydrique, on met l'agitateur en mouvement et on chauffe à la vapeur presque jusqu'à l'ébullition. A ce point, on cesse d'agiter et de chauffer ; on laisse déposer et on procède comme en A.

Le tartrate de chaux obtenu au moyen de la levûre se distingue de celui qui provient du tartre. Il est plus pur et plus blanc, et plus facile à laver; l'acide tartrique que l'on en retire cristallise plus facilement, et le gypse qui provient de la décomposition par l'acide sulfurique est aussi beaucoup plus blanc et se sépare moitié plus vite que celui qui provient du traitement du tartre.

Le traitement des résidus de la fabrication du sel de seignette et des raffineries de tartre est analogue à celui de la levûre.

Il n'est pas nécessaire que la fabrication du tartrate de chaux et celle de l'acide tartrique se fassent dans le même endroit; au contraire, on sépare souvent de suite le tartrate de chaux à cause du prix élevé de transport de la levûre. Dans ce cas, on exprime et on sèche le tartrate de chaux, car, lorsqu'on le conserve humide, il subit aisément la fermentation butyro-acétique.

2° — Extraction de l'acide tartrique du tartrate de chaux.

Pour retirer l'acide tartrique du tartrate calcique, on traite ce dernier par l'acide sulfurique. Théoriquement, pour décomposer 9.4 parties de tartrate de chaux, il faut 4.9 parties d'acide sulfurique monohydraté; mais, pratiquement, il en faut une plus forte proportion. Cela tient à ce que l'acide tartrique cristallise beaucoup mieux dans une solution qui contient des acides minéraux forts, tandis que de petites quantités de tartrate de chaux non décomposé ou de sulfate de potasse provenant d'un lavage imparfait du tartrate de chaux empêchent la cristallisation de bien se faire. Quand le tartrate de chaux est fraîchement préparé, on peut toujours ajouter autant d'acide sulfurique anglais qu'on a ajouté de craie au commencement de l'opération; on mélange peu à peu le tartrate de chaux à l'acide sulfurique dans un vase convenable et on additionne d'assez d'eau pour obtenir une pâte semi-liquide; on chauffe à 75 degrés à l'aide de la vapeur et on agite avec un instrument de forme convenable. La masse écume d'abord beaucoup, mais cette agitation cesse bientôt et on peut en filtrer un essai que l'on traite par une solution de chlorure de calcium à 23° Baumé; le volume du précipité produit suffit, lorsqu'on a un peu d'expérience, à faire connaître si on a ajouté assez d'acide sulfurique. Il faut toujours que ce dernier soit en excès. On filtre alors le tout dans des filtres en bois doublés de plomb et contenant de la paille et du feutre. On fait bouillir la solution filtrée dans des vases en plomb chauffés à la vapeur; il se dépose encore un peu de gypse. Quand la liqueur est concentrée, il ne faut pas que la température s'élève au delà de 70 à 75° C., parce qu'alors l'acide sulfurique exercerait sur l'acide tartrique une action carbonisante.

Quand la liqueur est à 40° Baumé, on la met à cristalliser dans de grandes terrines ou dans des bacs en bois doublés de plomb. Dans les terrines, la cristallisation se fait trois fois plus vite que dans les bacs, mais les cristaux sont très-petits, ce qui n'a du reste aucune importance quand ils sont encore colorés. On évapore encore une deuxième et troisième fois les eaux-mères. Celles de la quatrième cristallisation sont traitées comme matière première. On passe à la turbine les cristaux obtenus, on les redissout, on décolore la solution, on filtre à travers des paniers, on ajoute à la solution un peu d'acide sulfurique, on évapore à 35, à 40° Baumé, et on fait cristalliser dans des bacs en plomb. On obtient ainsi de très-beaux cristaux blancs en forme d'aiguilles. Ces cristaux sont ensuite passés à la turbine, séchés et tamisés; ils contiennent toujours un peu de plomb et d'acide sulfurique. Pour les usages pharmaceutiques, on les redissout sans ajouter d'acide sulfurique, on évapore à 35° Baumé et on fait cristalliser dans des terrines; on se contente ensuite de sécher les cristaux à l'air. Ces cristaux se distinguent en forme et en grosseur des premiers; les faces hémiédriques y sont moins développées et ils contiennent moins de plomb et d'acide sulfurique. Quant aux résidus du tamisage, on les réduit en poudre et on les livre au commerce sous le nom *d'acide tartrique préparé.* C'est, la plupart du temps, le plus impur.

3° — Raffinage du tartre.

On pulvérise le tartre brut, on l'introduit dans de grands bacs avec de l'eau et de l'acide chlorhydrique, et on dissout à l'ébullition; on ajoute du noir d'os et on filtre sous pression.

On obtient ainsi un tartre qui, après deux cristallisations, peut être considéré comme pur. Il faut éviter un excès de noir d'os, parce qu'alors les cristaux sont gris.

4° — Détermination de la valeur du tartre.

On pèse 4gr.7 de tartre brut (1/4 d'équivalent), on les dissout et on titre avec une solution de soude titrée. Beaucoup de tartres contiennent jusqu'à 10 pour 100 de tartrate de chaux qui échappe au dosage ; ce tartrate se dépose au fond du liquide et se reconnaît facilement à sa solubilité dans l'acide chlorhydrique. La plupart des tartres non tamisés du commerce sont plus ou moins à dessein falsifiés avec du sable ou de la levûre sèche. Avant qu'on n'employât la levûre à la fabrication de l'acide tartrique, il y avait à Altofen une fabrique où l'on moulait la levûre sous forme de pierre de tartre; on saupoudrait de tartre en poudre et on séchait. Ce produit était mélangé aux meilleures qualités.

Nouvelle méthode de dosage de la morphine dans l'opium.

Par J.-T. Miller.

Cette méthode est fondée sur la réduction de l'acide iodique par la morphine et la dissolution de l'iode par le sulfure de carbone. On ajoute de l'acide iodique à un poids connu d'opium en solution, et au bout de quelques minutes on enlève l'iode mis en liberté en agitant le mélange avec du sulfure de carbone. On obtient ainsi une solution colorée, on la compare avec une autre solution colorée type, préparée de la même manière avec une quantité connue de morphine pure. On ajoute du sulfure de carbone à la solution la plus foncée jusqu'à ce que les deux teintes soient égales. La quantité de sulfure de carbone qu'il a fallu ajouter sert à calculer par une proportion la quantité de morphine que contenait l'opium analysé.

Les résultats que donne cette méthode sont généralement inférieurs à ceux obtenus par les procédés ordinaires de précipitation. L'auteur cependant les regarde comme plus près de la vérité.

Voici quelques-uns de ses résultats :

MORPHINE BRUTE pour 100, par le procédé ordinaire de précipitation.	POIDS DU PRÉCIPITÉ après lavage par le chloroforme.	QUANTITÉ DE MORPHINE pure contenue dans ce précipité, déterminé par la nouvelle méthode.	MORPHINE PURE pour 100 par la nouvelle méthode.
10.2	9.3	7.81	8.1
6.4	6.1	5.76	6.43
9.5	8.7	7.4	8.48
17.4	15.8	14.0	14.2

M. W. Stein, qui a publié une méthode analogue dans laquelle il remplace le sulfure de carbone par le chloroforme, dit que l'opium brut contient certaines substances qui exercent sur l'acide iodique la même action que la morphine. Il les enlève au moyen du sulfate ou de l'acétate de cuivre.

Voici, d'après lui, comment il convient d'opérer :

On introduit dans un petit matras 0gr.1 d'opium en poudre, et le double de ce poids de sulfate ou d'acétate de cuivre; on arrose de quelques gouttes d'acide sulfurique étendu; on fait bouillir avec 100 centimètres cubes d'eau distillée et on laisse reposer un quart d'heure ou une demi-heure. On filtre alors : à 6 centimètres cubes de la liqueur filtrée on ajoute environ 6 centigrammes d'acide iodique et 2 à 3 gouttes d'acide sulfurique rectifié. Au bout de quelque temps, on traite par le chloroforme ou bien le sulfure de carbone.

LES TRAVAUX RÉCENTS DE M. RITTER

SUR

LES RAPPORTS ENTRE LES MODIFICATIONS DU GLOBULE SANGUIN ET LES MODIFICATIONS DES EXCRÉTIONS.

Analyse critique par M. FERNAND PAPILLON.

M. Ritter, agrégé et chef des travaux chimiques de l'ancienne Faculté de médecine de Strasbourg, a soutenu dernièrement, devant la Faculté des sciences de Paris, pour obtenir le grade de docteur ès-sciences, une thèse fort remarquable, et qui lui a valu, de la part des juges de la soutenance, des éloges comme on n'en accorde pas souvent en Sorbonne. La thèse de M. Ritter mérite tous ces témoignages flatteurs, car non-seulement elle élucide des questions compliquées et difficiles, mais encore elle ouvre aux investigations physiologiques une voie à peine tracée jusqu'ici. Il fallait, pour entreprendre ces recherches, l'habitude des manipulations chimiques les plus délicates, de sérieuses connaissances en physiologie et en médecine, et enfin, ce qui est plus rare, un esprit original et hardi. Le mémoire de M. Ritter prouve que ces qualités diverses lui appartiennent, et si, par endroits, son travail laisse paraître quelques imperfections, il faut plutôt les attribuer à l'éducation et au milieu qu'à l'auteur.

M. Ritter s'est proposé de rechercher les modifications qu'éprouvent les excrétions sous l'influence des divers agents qui augmentent, annihilent ou modifient la capacité d'absorption du globule sanguin pour l'oxygène. C'est ce globule chargé d'oxygène qui est l'agent fondamental des combustions respiratoires, et par suite de la production des principes immédiats de toutes sortes qui se rencontrent, soit dans les sécrétions, soit dans les excrétions. Il en résulte que la proportion et la qualité de ces principes varient avec l'état du globule oxygéné. L'étude des principes propres aux sécrétions est très-difficile, puisqu'ils n'apparaissent pas au dehors et sont presque tous récrémentitiels. On ne peut examiner en corrélation avec l'altération du globule, que les principes renfermés dans les liquides *excrétés*, c'est-à-dire rejetés au dehors, comme la sueur et l'urine ou dans les gaz expirés par le poumon. M. Ritter ne pouvait étudier et n'a étudié que ceux-là. Pourquoi-donc les confond-il avec les sécrétions? Pourquoi donc sa thèse est-elle intitulée : *Des modifications que subissent les sécrétions sous l'influence de quelques agents qui modifient le globule sanguin?* Pourquoi enfin, dans toute cette thèse qui roule sur la docimasie des principes immédiats, le nom de ces derniers n'est-il pas prononcé une seule fois? C'est que M. Ritter, disciple de ce qu'on appelle l'École de Strasbourg, n'a pas su réagir contre les tendances déplorables de cette école, laquelle professait autant de mépris pour les doctrines françaises qu'elle témoignait d'empressement à adopter les inventions tudesques. Malgré tous ses défauts, la science française est en possession d'une méthode précise et sûre qui lui donne un caractère tout lumineux, et la science allemande, malgré toutes ses qualités, n'a pas le moindre sentiment de la hiérarchie et de l'ordonnance des vérités scientifiques. Or, l'École médicale de Strasbourg, au lieu de suivre fièrement la voie ouverte par les savants français, se traînait péniblement à la remorque de ceux qui ne devaient pas tarder à se l'approprier d une autre façon. On y enseignait le dédain de Paris, c'est-à-dire des sévères doctrines biologiques et en particulier de celles qui ont établi la constitution philosophique de l'anatomie générale. On y professait un culte véritablement superstitieux pour un excellent homme qui n'avait que le tort d'ignorer la science qu'il était chargé d'enseigner. A Dieu ne plaise que nous manquions de respect à la mémoire de M. Küss, mais quand nous songeons à la science imaginaire, aux erreurs étonnantes et aux illusions de toute sorte que ce professeur a répandues et défendues pendant trente ans, à l'autorité qu'il avait conquise, nous ne pouvons nous empêcher d'admirer ceux qui, comme M. Ritter, comme M. Feltz, et quelques autres, bien peu nombreux, il est vrai, ont trouvé le moyen d'entreprendre à Strasbourg des travaux sérieux. En tous les cas, ces

travaux se ressentent du milieu, puisque M. Ritter ignore plusieurs vérités d'un ordre général, qui, introduites dans sa thèse, en eussent doublé le prix.

Les corps dont M. Ritter a recherché l'action sur le globule sanguin et corrélativement sur les humeurs excrétées, sont : l'*oxygène*, le *protoxyde d'azote*, l'*oxyde de carbone*, les *composés antimoniaux, arsenicaux*, le *phosphore* et les *sels de soude des acides biliaires*.

Avant d'exposer les résultats de l'auteur, il est convenable et nécessaire d'indiquer succinctement les procédés analytiques qui ont servi à ses principales déterminations, surtout pour l'urine. Tout d'abord, M. Ritter dit qu'il attribue l'acidité de l'urine à l'acide oxalique, « *convention généralement admise en France.* » Nous ne savons où M. Ritter a trouvé cela, et nous déclarons que cette convention n'est admise ni par M. Bernard, ni par M. Robin, ni par M. Wurtz, ni par aucun des auteurs d'ouvrages estimés de physiologie chimique. On attribue généralement l'acidité de l'urine à des phosphates acides et non à l'acide oxalique. M. Ritter s'est servi pour le dosage de l'urée du procédé Liebig, légèrement modifié. A notre avis, le procédé volumétrique, employé par M. Gréhant, est bien plus précis et plus sûr, mais les travaux de M. Gréhant n'étaient pas connus à Strasbourg. Pour l'acide urique, la marche suivie par M. Ritter est simple. Il précipite 250 centimètres cubes d'urine filtrée par de l'acide chlorhydrique (6 centimètres cubes d'un acide ayant une densité de 1.11) et expose le tout à un mélange réfrigérant pendant quelques heures. Le précipité d'acide urique obtenu est recueilli sur un filtre et lavé avec 50 centimètres cubes d'eau distillée. On dessèche alors à + 105° et on pèse. Le poids obtenu, on ajoute 0gr.001 pour chaque 26 centimètres cubes d'urine et d'eau de lavage, ce qui corrige l'erreur due à la solubilité de l'acide urique dans les liquides acides. Ce coefficient indiqué par Neubauer est très-convenable, lorsque l'urine est un peu riche en acide urique. Dans le cas contraire on le concentre de moitié.

M. Ritter dans son analyse donne le nom de matière extractive aux matières organiques autres que l'urée, la créatine et la créatinine, telles que l'acide hippurique, l'acide oxalique, l'acide lactique, la cystine, la xanthine. Il est très-difficile de doser ces matières séparément et cependant il est utile de connaître les variations qu'elles peuvent éprouver. M. Ritter a pensé à les doser en bloc d'après le procédé suivant. Il est impossible de doser les matières organiques non azotées, mais on peut doser les autres. L'auteur détermine la quantité totale d'azote contenue dans l'urine, puis en retranchant l'azote afférent à l'urée, l'acide urique, la créatinine et l'ammoniaque, toutes substances dosées en d'autres opérations, il obtient un résidu qui représente l'azote des matières extractives azotées. On a ainsi des chiffres ayant au moins une valeur relative.

Nous ferons remarquer à ce sujet combien c'est une grave illusion de croire qu'on peut arriver dans l'analyse des humeurs à une précision rigoureuse. Dans l'état actuel de la science, cela est impossible. Il faut se contenter de résultats approximatifs et de nombres moyens. Et en définitive, quand toutes les erreurs sont dans le même sens, le mal n'est pas grand, car les chiffres sont comparables, et ce qu'on veut connaître, ce sont des rapports et non des quantités absolues. D'autre part, au moyen d'expériences multiples, de contre-épreuves minutieuses, comme M. Ritter en donne le louable exemple, on corrige dans une large mesure l'imperfection des procédés et on établit des résultats utiles.

Mais entrons dans l'étude particulière des influences qui font l'objet spécial de la thèse

Action de l'oxygène. — L'action de l'oxygène sur le sang et les tissus avait été étudiée déjà par plusieurs savants dont M. Ritter rappelle les travaux. Dès la découverte de l'oxygène on songea à l'employer comme remède contre les asphyxies, mais probablement à cause de l'impureté du gaz employé, on ne s'entendit point touchant ses véritables propriétés. MM. Demarquay et Leconte, constatèrent après d'autres observateurs, que les animaux peuvent sans inconvénient respirer très-longtemps de l'oxygène pur. Ils virent que cette inhalation provoque quelquefois une augmentation du pouls, une respiration plus facile et une sensation de bien être. Allen et Pepys crurent constater que la quantité d'acide carbonique excrété augmente sous l'influence d'un air plus oxygéné, mais le fait fut nié par MM. Regnault et Reiset.

M. Ritter a étudié plus spécialement l'influence de l'oxygène sur l'excrétion urinaire. Il

s'est soumis lui-même à un régime alimentaire déterminé, devant donner naissance journellement à une certaine quantité d'urine, et il a comparé, ce régime restant le même, l'urine des jours où il absorbait de l'oxygène pur, avec celle des jours où il n'en absorbait point. M. Ritter dit qu'il n'a pas tenu compte, dans la ration à laquelle il s'est soumis, des quantités variables de sel. C'est une négligence, car il est démontré aujourd'hui que le chlorure de sodium joue un rôle important dans les phénomènes de combustion. M. Rabuteau a observé que les chlorures activent notablement les combustions respiratoires et que la quantité d'urée s'élève dans une forte proportion. M. Rabuteau l'a vérifié pour les chlorures de sodium, de potassium et d'ammonium. Mais à Strasbourg on ne connaissait pas les travaux français. Quoi qu'il en soit, M. Ritter, les jours où il se mettait en expérience, inhalait 25 à 30 litres d'oxygène. Ce gaz, recueilli dans un gazomètre, passait par des épurateurs et était inspiré lentement comme lorsqu'on fume. Dans ces conditions, les urines de vingt-quatre heures furent analysées, et M. Ritter tire de l'étude de ces urines les conclusions suivantes : L'acidité augmente, la quantité d'azote et d'urée diminue, l'acide urique diminue, les sels ammoniacaux augmentent dans une proportion considérable. « La combustion des tissus ne paraît pas être augmentée quantitativement, mais la manière dont se font les combustions a changé; les produits sont d'oxydation plus avancée. » Cette dernière phrase est de M. Ritter. Nous confessons ne pas l'entendre bien clairement. Si les oxydations sont plus avancées, si la quantité d'oxygène comburant est plus grande, comment peut-on dire que les combustions ne sont pas augmentées quantitativement? L'expression, sinon la pensée, manque assuré- d'exactitude.

L'urine émise, après les inhalations d'oxygène, présente ce caractère singulier d'éprouver très-vite la fermentation acide, et de rester acide pendant très-longtemps. M. Ritter assure qu'au bout de deux mois seulement elle devient alcaline. Il se demande si la thérapeutique ne pourrait pas tirer parti de ce fait, dans les affections où l'urine a une tendance prononcée à subir la fermentation ammoniacale, et si des inhalations d'oxygène ne modifieraient pas alors d'une façon heureuse cette propriété morbide. — M. Ritter dit aussi n'avoir pas ressenti le bien-être dont parlent certains physiologistes. Son pouls est devenu moins fréquent, mais plus plein. Il a ressenti dans les jambes cette sensation d'engourdissement qui survient après une course un peu longue.

Action de la marche. — M. Ritter a fait des analyses comparatives d'urine émise après une période de repos et une période d'activité musculaire telle que la marche. Il a reconnu que lorsque l'organisme sort d'un repos complet, la marche produit des phénomènes d'oxydation différents de ceux que l'on observe après l'inhalation d'oxygène pur. La quantité d'azote éliminée par les urines est augmentée au lieu d'être diminuée, et le rapport de l'urée à l'acide urique augmente presque de moitié. La marche n'exerce pas une influence aussi manifeste sur un individu qui mène déjà une vie active; les produits d'oxydation ne sont augmentés que faiblement, et le rapport de l'urée à l'acide urique ne change pas. Lorsque ce même individu fait une marche forcée et se surmène, le rapport de l'urée à l'acide urique augmente. L'urine ne présente pas ici les propriétés singulières que l'on constate après l'inhalation de l'oxygène.

Action du protoxyde d'azote. — L'influence de ce gaz sur l'économie a été déjà l'objet d'un grand nombre d'observations généralement peu concordantes. M. Ritter a fait de ce corps une étude complète au point de vue chimique comme au point de vue physiologique. Ce dernier est le seul qui nous intéresse. Nous croyons utile cependant d'indiquer le procédé qui seul, selon M. Ritter, fournit le gaz à peu près pur. On chauffe l'azotate d'ammoniaque fondu dans une petite cornue en verre munie d'un thermomètre qu'on plonge dans le sel. Il convient d'employer une quantité de sel triple de celle qui est théoriquement nécessaire pour produire le volume de gaz que l'on veut avoir. La cornue est placée dans un bain d'huile chauffé au gaz. Le gaz traverse un petit tube de Will contenant du tournesol, puis des flacons laveurs de potasse, de sulfate ferreux et de pyrogallate de potasse. Il est recueilli sur de l'eau purgée d'air par une ébullition préalable. Pour avoir le gaz le plus pur possible, il faut porter brusquement la température du sel à + 230 degrés, puis entretenir cette tempé-

rature de manière à ne recueillir que 6 litres de gaz par heure. Dans ces conditions, on a du protoxyde d'azote ne contenant qu'une très-faible proportion d'azote. M. Ritter a reconnu qu'en procédant autrement et sans les précautions qui viennent d'être marquées, on recueille un gaz très-impur contenant beaucoup d'oxygène, d'azote, et de bioxyde d'azote. C'est probablement à ces impuretés qu'il faut attribuer les divergences des expérimentateurs qui se sont occupés du protoxyde d'azote.

D'après M. Ritter, le protoxyde d'azote est un gaz nettement toxique. Un lapin introduit dans un mélange de protoxyde d'azote, 49.7, — azote, 43.4, — oxygène, 6.9, mourut au bout de huit minutes. Un pigeon, placé sous une cloche renfermant 80 pour 100 de protoxyde d'azote pur, meurt au bout d'un instant. Des grenouilles, introduites sous une éprouvette de gaz pur placée sur le mercure, ont succombé au bout de quarante-six minutes. — Lorsqu'on agite du sang défibriné avec du protoxyde d'azote, il devient rutilant comme avec l'oxygène, mais le phénomène ne dure pas longtemps et le sang redevient bientôt rouge bleuâtre. M. Ritter explique le phénomène en admettant que le protoxyde est d'abord absorbé par les globules, puis qu'il en est ensuite chassé par l'oxygène du sérum. En tout cas, le protoxyde d'azote ne déplace pas l'oxygène du globule sanguin et n'altère ni la forme, ni les propriétés de ce dernier.

Les expériences relatives à l'action du protoxyde d'azote ont été faites par M. Ritter sur des pigeons, des lapins et des grenouilles. Elles l'ont conduit à établir des vérités très-remarquables qu'on peut résumer ainsi : le protoxyde d'azote, mêlé à son volume d'air, diminue toujours les oxydations et ne peut entretenir la vie. — L'inhalation d'un volume d'air contenant $^1/_{10}$ de protoxyde diminue notablement la quantité d'acide carbonique, mais sans enrayer la respiration. Si cette proportion est réduite à $^1/_{20}$, la quantité d'acide carbonique ne varie pas d'une manière sensible. Voilà des résultats bien nets et auxquels les physiologistes doivent prêter la plus grande attention ; car rien n'est plus important, comme nous l'avons montré, que les actions-limites dans le déterminisme physiologique (1). Ainsi, à 50 pour 100 de protoxyde d'azote, la vie est impossible ; à 5 pour 100, elle n'est aucunement dérangée.

Après l'action sur la respiration, voyons l'action sur l'excrétion rénale (et non la sécrétion). M. Ritter a bu de l'eau saturée de protoxyde d'azote, qui est employée en thérapeutique, et il a constaté que l'urine émise après l'ingestion de cette eau avait éprouvé certaines modifications. Tous les principes immédiats de l'urine sont augmentés : il y a diurèse. Lorsque l'absorption du gaz est prolongée, le rapport de l'acide urique à l'urée s'élève considérablement.

Action de l'oxyde de carbone. — M. Claude Bernard a démontré le premier que du sang mêlé à de l'oxyde de carbone perdait ses gaz et notamment tout son oxygène au bout d'un temps très-court. L'oxyde de carbone, en déplaçant l'oxygène du globule, empêche l'hématose et tue le sang. Mais que devient l'urine dans cet empoisonnement par l'oxyde de carbone? C'est ce qu'a recherché M. Ritter. Il a vu que, sous l'influence de l'oxyde de carbone absorbé à des doses non toxiques, il y a diminution des principes que l'on peut regarder comme pouvant faire juger de l'intensité des oxydations. De plus, l'urine devient albumineuse. Elle contient non pas de l'albumine, mais de l'albuminose. M. Ritter aurait bien dû indiquer comment il distingue l'albumine de l'albuminose et quel réactif il emploie pour mettre cette dernière en évidence. On sait que c'est là une question controversée et qui réclame encore un procédé net. Il y a comme cela, dans le travail que nous analysons, plusieurs points que l'auteur laisse dans une obscurité regrettable.

Les agents que nous venons d'étudier avec M. Ritter ne détruisent pas le globule sanguin. Nous arrivons maintenant à des corps qui altèrent plus ou moins profondément cet élément anatomique, d'où résultent les phénomènes les plus curieux.

Action des composés d'antimoine. — M. Ritter s'est servi de l'émétique et du sulfure d'antimoine. Les expériences ont été instituées sur l'homme pour étudier les modifications de

(1) *Recherches sur les modifications de la composition des os* (*Journal d'anatomie et de physiologie*, mars 1870), et *Mémoire sur le déterminisme* (*Moniteur scientifique*, novembre 1871 et janvier 1872).

l'urine; sur des lapins et des chiens, en vue d'examiner les altérations du sang et de l'urine; sur des oies, afin de voir ce que deviennent le sang et les dépôts de graisse.

M. Ritter a pris lui-même, pendant un certain temps, 5 milligrammes d'émétique par jour, et il n'a pas obtenu, par l'analyse des urines, de résultats bien accentués. Il paraît cependant que les principes d'oxydation diminuent sous cette influence. — Des chiens, rationnés, ont reçu par jour, l'un 15 milligrammes d'émétique en trois fois, l'autre 20 milligrammes. Le premier n'a pas vomi, le second a vomi. Les résultats analytiques sont les mêmes que chez l'homme. L'urine ne renferme pas de principes morbides. Les expériences faites sur des oies sont plus instructives. Une coutume populaire, dans certaines contrées de l'Allemagne, consiste à ajouter à la pâtée de ces animaux qu'on veut engraisser, du verre d'antimoine. M. Ritter a voulu vérifier jusqu'à quel point cette coutume est rationnelle, et il a vu que, sous l'influence de 5 et 10 centigrammes par jour de sulfure antimonique, le sucre et la graisse totale d'une oie soumise au régime n'augmentent que faiblement. L'animal est à peine incommodé et il n'y a pas d'altération des globules. Avec des doses plus fortes, la quantité de graisse n'augmente pas davantage. Quant au sang, il renferme moins d'acide carbonique et d'oxygène.

Action de l'acide arsénieux. — Les expériences ont été faites sur l'homme, le chien, le chat et les oies. Un homme a pris graduellement jusqu'à 20 milligrammes par jour d'acide arsénieux. Des oies, partagées en quatre lots (B, C, D, E), en reçurent respectivement et par jour 5, 10, 15 et 20 milligrammes. Un premier lot A, soumis au régime ordinaire, servait de terme de comparaison. Les lots B et C se comportèrent d'une façon régulière qui n'indiquait en rien que les animaux avaient absorbé un principe toxique. Une des oies du lot D fut prise de diarrhée et l'on discontinua l'expérience le huitième jour. Quant au lot E, deux animaux furent emportés par une forte diarrhée, l'un le quatrième, l'autre le septième jour; le troisième résista jusqu'au bout. Voici un tableau indiquant la variation des quantités de graisse en rapport avec les différentes doses; l'expérience a duré trois semaines :

	Dose d'arsenic.	Augmentation de poids.	Graisse totale.	Cholestérine.
Lots *A*.....	0^{mm}	112^{gr}	105^{gr}	0.72^{gr}
— *B*.....	5^{mm}	130^{gr}	121^{gr}	1.22^{gr}
— *C*.....	10^{mm}	135^{gr}	128^{gr}	0.99^{gr}
— *D*.....	15^{mm}	86^{gr}	91^{gr}	1.12^{gr}
— *E*.....	20^{mm}	28^{gr}	71^{gr}	1.01^{gr}

On voit que les doses faibles provoquent une formation plus abondante de graisse, tandis que les doses fortes déterminent l'émaciation. M. Ritter croit que la coutume d'ajouter aux aliments des oies que l'on veut engraisser du verre d'antimoine revient à mettre ces animaux sous l'influence de l'arsenic, car le verre d'antimoine du commerce est toujours arsenical. — Relativement au sang, l'ingénieux chimiste a observé que le globule est altéré dès que les doses deviennent un peu fortes. On y trouve quelquefois des cristaux d'hémoglobine. En ce cas, les urines sont ictériques et albumineuses. En même temps que la cholestérine, le glucose augmente aussi dans le plasma.

M. Ritter ajoute, à propos de l'arsenic, que, dans ses expériences sur l'homme, il n'a jamais vu se produire ce coloris ni cet embonpoint que l'on attribue aux arsenicophages. Il déclare se défier beaucoup de ce qu'on a écrit sur l'arsenicophagie. Nous croyons que c'est aller un peu loin et que ses expériences ne sont peut-être pas assez nombreuses ni assez longues pour l'autoriser à révoquer en doute des faits consacrés par une observation de bon aloi.

Action du phosphore. — Des chiens reçurent journellement 2 milligrammes de phosphore. Au bout de dix à douze jours, ils deviennent malades ictériques et on les tue. Les urines renferment de la bile et de l'albumine, et sont moins acides et moins riches en urée. Le sang contient une plus forte proportion de corps gras et de cholestérine. Les globules, à peine déformés, sont cependant devenus visqueux. — M. Ritter a donné à d'autres chiens 10 milligrammes de phosphore par jour. Les animaux, incommodés le second jour et malades le

troisième, sont sacrifiés au bout d'une semaine, au moment où ils sont devenus ictériques et refusent de manger. Le sang de ces animaux est violet et cristallise sous l'objectif du microscope, quoique les cristaux y soient rares. Les globules déformés ont l'aspect framboisé. Tous les organes présentent la dégénérescence graisseuse. Les urines renferment de l'albumine, de l'hémoglobine, des pigments biliaires et sont alcalines. — Les oies sont très-sensibles à l'action du phosphore et n'en peuvent supporter que de fort petites doses. Une oie ayant reçu 10 milligrammes de ce corps meurt au bout de douze heures. A la dose journalière de 5 milligrammes, un animal de même espèce tombe malade le troisième jour. On le tue quatre-vingt-seize heures après la première ingestion du toxique. La teinte du cadavre est ictérique, le foie est pigmenté. La quantité de graisse a sensiblement augmenté. En résumé, les dépôts de graisse dans le foie, les épiploons, les membres, etc., sont notablement favorisés par des doses faibles de phosphore ; à dose plus forte ou à doses faibles trop longtemps continuées, il n'y a plus d'action.

Action des acides biliaires. — M. Ritter a fait aussi des expériences relatives à l'action des acides biliaires. Dans certains cas, il a lié le canal cholédoque. Dans d'autres, il a injecté directement les sels des acides biliaires dans les veines. Dans tous les cas, le sang a été altéré plus ou moins profondément et a fait voir des cristaux d'hémoglobine et des globules déchiquetés. Le sang devient plus riche en graisse et en cholestérine. La température baisse. Enfin, les analyses de l'urine conduisent aux mêmes résultats que les expériences avec le phosphore, c'est-à-dire qu'elles contiennent des principes biliaires, de l'albumine, et quelquefois du sang. Les sels de la bile agissent plus vite et plus énergiquement que les composés phosphorés. Les matières colorantes de la bile, au contraire, ne présentent pas de propriétés toxiques. M. Ritter avait dans ces expériences une occasion de vérifier celles d'un savant physiologiste américain, M. Flint, sur le rôle de la cholestérine et sur la cholestérémie. M. Ritter, qui cite beaucoup d'auteurs allemands et strasbourgeois, ne semble pas connaître très-bien les autres. Les recherches de M. Flint méritaient cependant d'appeler son attention.

Nous emprunterons, pour terminer, à M. Ritter le résumé qu'il fait lui-même de l'action des corps qui altèrent profondément le globule sanguin :

1° En soumettant l'homme ou des animaux à l'influence de l'*émétique* ou du *sulfure d'antimoine*, de l'*acide arsénieux* ou du *phosphore*, nous avons constaté que les doses fortes ou toxiques avaient pour suite une altération profonde du sang ; les doses faibles ont une action moins énergique.

2° Le globule sanguin est déformé ; en même temps on voit apparaître des cristaux d'hémoglobine.

3° Le sang est anémique, l'albumine et les globules diminuent, la fibrine augmente, la proportion des gaz diminue.

4° Le glucose augmente d'ordinaire ; dans certains cas, il diminue.

5° Les corps gras augmentent toujours.

6° Il en est de même de la cholestérine : les variations de cette dernière sont même plus fortes que celles des corps gras.

7° Les variations de ces derniers sont en corrélation avec la dose du toxique et l'altération du globule. Ce fait est très-intéressant, puisqu'il vient à l'appui de la théorie qui voit dans les corps gras et la cholestérine des produits de désoxydation. (Ceci est obscur et paraît peu exact.)

8° La composition des urines varie d'une manière identique avec les quatre corps cités ;

9° La quantité totale d'azote et d'urée diminue.

10° L'acidité de l'urine diminue et peut faire place à de l'alcalinité.

11° L'acide urique augmente toujours.

12° Lorsque le globule sanguin est fortement modifié, et surtout lorsque les cristaux d'hémoglobine apparaissent, l'urine renferme des principes anormaux, qui sont le plus souvent les matières colorantes de la bile, l'albumine, et quelquefois de l'hémoglobine.

13° Ces composés accroissent les formations et les dépôts de graisse, mais seulement lorsqu'ils sont administrés à certaines doses.

Considérations générales. — M. Ritter range parmi ces conclusions celle que voici : « Les corps que nous avons étudiés se rangent par ordre d'énergie croissante, de la manière suivante : antimoine, arsenic et phosphore. Ce fait suggère la remarque suivante : dans ce groupe de métalloïdes, les propriétés toxiques décroissent avec le poids atomique, tandis que c'est l'inverse pour le groupe du potassium. » Ce résultat est important, mais il se rattache à une série de résultats analogues, dus à un savant des plus distingués, M. Rabuteau, et que M. Ritter ne paraît pas connaître, dont en tout cas il ne dit rien. Il y avait cependant là d'intéressants rapprochements à faire. Une telle omission commise par M. Ritter nous montre que les travaux de M. Rabuteau ne sont pas encore suffisamment connus et nous engagent à en présenter ici la substance. M. Rabuteau a établi, par de nombreuses expériences, que les *sels métalliques sont d'autant plus actifs, au point de vue physiologique, que le poids atomique de leur métal est plus élevé.* La loi peut encore s'énoncer d'une autre façon. Dulong et Petit ayant prouvé que les chaleurs spécifiques des corps simples sont en raison inverse de leurs poids atomiques, il est permis de dire que *les sels métalliques sont d'autant plus actifs que la chaleur spécifique de leur métal est plus faible.* Telle est la loi atomo-physiologique de M. Rabuteau, et qui s'applique à l'ensemble des métaux. Mais ce savant a examiné aussi les métalloïdes à un point de vue analogue. Pour la famille monatomique du chlore, ainsi que l'avait démontré M. Bouchardat, M. Rabuteau a vérifié que l'énergie physiologique est en raison inverse du poids atomique du métalloïde. Les fluorures d'un même métal sont beaucoup plus vénéneux que ses iodures, et la toxicité des chlorures et bromures est intermédiaire. Pour les métalloïdes biatomiques, la loi est rigoureusement inverse, c'est-à-dire qu'elle redevient semblable à celle des métaux. L'activité physiologique de leurs composés hydrogénés (eau, hydrogène sulfuré, hydrogène sélénié, acide tellurhydrique), augmente dans le même sens que les poids atomiques 16, 32, 79 et 120 de l'oxygène, du soufre, du sélénium et du tellure. Il en est de même pour les autres composés de ces quatre métalloïdes. M. Ritter montre que, pour la famille de l'antimoine, de l'arsenic et du phosphore, l'énergie toxique décroît à mesure que le poids atomique s'élève, à l'inverse de ce qui a lieu pour les métaux et les métalloides biatomiques. Il ne reste donc plus qu'à étudier la famille du carbone pour avoir la loi atomo-physiologique de tous les corps simples.

En résumé, et malgré les objections que nous avons cru devoir faire à M. Ritter et qui sont une marque de l'attention avec laquelle nous avons lu son mémoire, il nous paraît que ce travail est un des plus importants qui aient été publiés dans ces dernières années. Il est digne en tout point des précédentes recherches de M. Ritter sur les acides et les calculs biliaires, sur la spectroscopie du sang, etc., etc. Il accroît l'autorité que l'auteur avait acquise par l'industrie et l'habileté de ses expérimentations et qui l'avaient mis au rang de nos premiers chimistes physiologistes. Je parle de ces derniers au pluriel, mais il ne faudrait pas croire pour cela qu'on les compte par douzaines. La chimie physiologique est négligée en France. D'une part, c'est une étude aussi délicate que difficile, aussi longue que pénible. D'autre part, elle ne semble pas susceptible d'applications immédiates. On y voit un ensemble de connaissances plus curieuses qu'utiles, où la vérité est si bien cachée qu'il faut de grands efforts pour en découvrir une petite partie. Ces raisons, qui, au lieu d'arrêter la recherche, devraient la stimuler, n'ont pas été un obstacle pour M. Ritter, qui s'est créé par sa thèse des titres sérieux à une chaire de chimie dans une des nouvelles Facultés de médecine.

FAITS DIVERS.

Réunion des délégués des Sociétés savantes.

Le jeudi 4 a eu lieu à la Sorbonne, sous la présidence de M. Jules Simon, ministre de l'instruction publique, des cultes et des beaux-arts, la séance générale qui clôt la réunion des délégués des Sociétés savantes des départements.

A une heure, M. le ministre a ouvert la séance et donné la parole à M. Blanchard, membre de l'Institut, secrétaire de la section des sciences du comité des travaux historiques.

M. le ministre a pris ensuite la parole et a insisté sur les devoirs de la science envers le pays et sur les devoirs de l'État envers la science. Ce discours a été couvert d'applaudissements.

M. Blanchard a ensuite appelé les noms des savants auxquels des médailles d'or et d'argent ont été accordées; ce sont :

1° *Médailles d'or.* — MM. Grenier (Charles), professeur à la Faculté des sciences de Besançon : travaux de botanique; Grandidier (Alfred) : voyages scientifiques à Madagascar; Houzeau, professeur à l'École des sciences et lettres de Rouen : travaux sur l'ozone.

2° *Médailles d'argent.* — MM. Boussinesq, professeur au Collége de Gap : travaux de mécanique mathématique; Tourdes, professeur à la Faculté de médecine de Strasbourg : travaux de médecine légale; Faivre, doyen de la Faculté des sciences de Lyon : travaux de physiologie végétale; Fromentel, à Gray (Haute-Saône) : travaux de paléontologie; Reboul, professeur à la Faculté des sciences de Besançon : travaux de chimie; Cailletet, à Châtillon-sur-Seine (Côte-d'Or) : travaux de chimie agricole et industrielle; Mazure, à Bar-le-Duc (Meuse) : travaux sur l'agriculture de la Sologne; Chautard, professeur à la Faculté des sciences de Nancy : travaux de météorologie; Coquelin, à Beauficel (Manche) : travaux de météorologie; Tassin, à Soissons (Aisne) : travaux de météorologie; Crova, professeur à la Faculté des sciences de Montpellier : travaux de physique; Raoult, professeur à la Faculté des sciences de Grenoble : travaux de physique; Mussy, à Montluçon (Allier) : carte géologique de l'Ariége.

M. Saint-René Taillandier, secrétaire général du ministère de l'instruction publique, a lu l'arrêté du ministre qui accorde le titre d'officier de l'instruction publique et d'officier d'Académie :

Officiers de l'instruction publique. — MM. Lejolis (Auguste), président de la Société des sciences naturelles de Cherbourg : travaux d'histoire naturelle; Reynaud (Léonce), inspecteur général des ponts et chaussées, directeur des phares : achèvement de la publication des œuvres de Fresnel.

Officiers d'Académie. — MM. Boisse, président de la Société de géologie de l'Aveyron, membre de l'Assemblée nationale : travaux de géologie; Drouet (Henri), sous-préfet de Vouziers (Ardennes) : travaux de malacologie; Dupuy (l'abbé), professeur d'histoire naturelle au séminaire d'Auch : travaux d'histoire naturelle; Ordinaire-Lacolonge, chef d'escadron d'artillerie : travaux de mécanique; Peslin, ingénieur des mines à Tarbes : travaux de mécanique; Pomel, membre de la Société de climatologie d'Alger : travaux d'histoire naturelle.

M. Janssen a ensuite tracé rapidement les faits principaux qui se rattachent à son expédition dans l'Inde, pour observer l'éclipse de soleil du 12 décembre 1870.

M. Ollier, chirurgien en chef de l'Hôtel-Dieu de Lyon, a terminé la séance par une très-intéressante communication sur la greffe animale et sur la reconstruction des os par le périoste.

Voici un extrait du rapport de M. Blanchard sur les travaux de chimie qui ont obtenu des récompenses :

Tout le monde a entendu parler de l'ozone, sujet de préoccupation et de recherches assidues de la part de chimistes et de physiciens des plus habiles. L'ozone, on le sait, est un oxygène dont les propriétés sont exaltées; il émet une odeur très-sensible, il oxyde l'argent et décompose d'une manière instantanée l'iodure de potassium sur lesquels l'oxygène ordinaire n'a aucune action. Vers l'année 1785, un physicien de la Hollande, Van Marum, avait produit l'ozone par l'électrisation. Van Marum était oublié; nul ne conservait le souvenir des expériences du savant qui avait enseigné avec éclat dans la ville de Harlem. Mais, en 1840, un célèbre professeur de l'Université de Bâle, M. Schœnbein, renouvela la découverte du siècle dernier, et tout aussitôt il lui donne une importance extrême en dénonçant la présence de l'ozone, c'est-à-dire de l'oxygène actif et odorant au sein de l'air atmosphérique.

On comprend tout de suite l'intérêt immense qui s'attache alors au fait dévoilé. Les questions se pressent; on voudrait savoir quelle action l'ozone exerce sur les êtres organisés, sur les conditions de salubrité de l'air que nous respirons. Si l'intérêt grandit, les difficultés de

la recherche demeurent considérables : l'ozone n'a pu encore être obtenu à l'état de pureté; il est en quelque sorte noyé dans l'oxygène ordinaire, et telle est néanmoins l'énergie de cet oxygène odorant, que, en proportion infiniment petite, il produit des effets d'oxydation des plus prononcés. Pour reconnaître la présence de l'ozone et en déterminer les variations dans l'atmosphère, M. Schœnbein avait imaginé l'emploi d'un réactif très-sensible, un papier imprégné d'amidon et d'iodure de potassium.

L'auteur se croyait assuré du succès; cependant les doutes les plus graves ne tardèrent pas à se propager : on s'était aperçu que le réactif est impressionné par diverses substances aussi bien que par l'ozone.

Un membre de l'Académie de Rouen, M. Houzeau, qui, depuis plus de quinze ans, apporte dans ses recherches les plus grands soins et une persévérance digne d'être louée, a singulièrement étendu nos connaissances sur le sujet. L'ozone avait été produit en frappant l'air au moyen d'étincelles électriques; le savant de Rouen l'a fait naître par un procédé purement chimique, l'action de l'acide chlorhydrique sur du bioxyde de baryum (1). Ce résultat a été le point de départ de l'étude de l'ozone répandu dans l'atmosphère. Il s'agissait avant tout de découvrir un réactif sûr; M. Houzeau paraît l'avoir trouvé.

Un papier coloré en rose par le tournesol et sur une portion enduit d'iodure de potassium neutre, n'est pas attaqué par les substances autres que l'ozone qui agissent sur le papier inventé par M. Schœnbein. Après s'être livré à de nombreuses expériences propres à dissiper les incertitudes sur la valeur du réactif, M. Houzeau s'est appliqué à reconnaître les circonstances dans lesquelles l'ozone se manifeste au sein de l'atmosphère. Avec l'expérimentateur, nous essaierons d'en donner l'idée.

L'oxygène odorant existe à l'état normal dans l'air de la campagne, où il atteint au maximum la proportion de 1/140000. D'un jour à l'autre, la quantité varie dans la même localité comme elle varie dans le même temps entre des lieux éloignés. L'ozone peut être constaté fréquemment dans les petites villes, tandis qu'il est à peu près nul au milieu des grandes agglomérations de population. Suivant les saisons, il est plus ou moins abondant : au printemps, il apparaît en proportion inaccoutumée; en hiver, il ne se montre que très-faiblement.

Surviennent d'impétueux mouvements de l'atmosphère, des ouragans, des bourrasques, et l'ozone s'accroît d'une façon prodigieuse. Il faut garder une extrême réserve avant de conclure; cependant, après les études de M. Houzeau, il est difficile de ne pas attribuer à l'ozone la salubrité de l'air des campagnes.

Une dernière et récente expérience est venue jeter une nouvelle clarté sur les propriétés de l'ozone. A l'aide d'un appareil simple, le chimiste de Rouen a obtenu dans un litre d'oxygène ordinaire de 60 à 120 milligrammes d'oxygène odorant. En telle proportion, ce n'est plus l'ozone réparti à dose minime procurant à l'air les qualités qu'on apprécie sur la montagne ou dans la forêt en pleine végétation; concentré, il est dangereux pour la respiration, il brûle les tissus organiques, noircit et corrode l'argent, décolore avec beaucoup plus d'énergie que le chlore. A son contact, un mélange en parties égales d'hydrogène phosphoré et d'oxygène détone avec violence. L'ozone concentré trouvera peut-être un emploi industriel important; c'est au moins l'espérance très-légitime de l'auteur.

Le comité décerne une médaille d'or à M. Houzeau, et cette récompense, croyons-nous, semblera bien justifiée.

Un membre de la Société d'émulation du Doubs, professeur à la Faculté des sciences de Besançon, M. Reboul, a marqué sa place parmi les chimistes distingués. Avec un véritable succès, il s'est occupé de l'action des acides chlorhydrique et bromhydrique sur divers carbures d'hydrogène. Des composés pleins d'intérêt ont été obtenus, des cas d'isomérie ont été rencontrés, et dans les interprétations l'auteur a fait preuve d'habileté et d'esprit scientifique.

On a souvent parlé des beaux travaux de M. Cailletet (de Châtillon-sur-Seine), relatifs à la cémentation du fer, à dissociation des gaz dans les fourneaux métallurgiques, aux gaz dis-

(1) Voir un rapport de M. Cahours, *Comptes-rendus de l'Académie des sciences*, t. LXX, p. 369.

sous par la fonte et l'acier en fusion. En dernier lieu, ce chimiste a étudié la loi de compressibilité des gaz sous des pressions très-supérieures à celles dont avaient disposé les précédents expérimentateurs. D'autre part, M. Cailletet a signalé l'influence des rayons colorés sur la décomposition de l'acide carbonique par les végétaux, et il a montré qu'une atmosphère absolument privée d'acide carbonique détermine l'asphyxie des plantes.

Récompenses décernées dans la séance générale du 12 avril 1872 de la Société d'encouragement.

GRANDE MÉDAILLE.

La Société, sur la proposition du comité d'agriculture, en 1871, a décerné la GRANDE MÉDAILLE THENARD à M. Boussingault, membre de l'Académie des sciences, pour ses remarquables travaux sur la chimie agricole.

Nous aurions compris qu'on donnât cette médaille à M. Georges Ville, que l'on attaque avec passion et envers lequel on se montre si injuste, et la Société, en agissant ainsi, eût montré autant d'impartialité que d'indépendance, tandis que donner un prix à M. Boussingault, cela ressemble beaucoup à de la courtisanerie, ce savant blasé ayant reçu pour ses travaux d'analyses toutes les récompenses possibles. La Société est-elle bien sûre maintenant que M. Boussingault n'imitera pas M. Chevreul, à qui on avait donné aussi autrefois une grande médaille qu'il a refusée, exigeant qu'on la convertît en *espèces sonnantes,* ne voulant pas faire lui-même les frais de conversion.

Autres récompenses.

A M. Bourbouse, une médaille d'or pour de nouveaux instruments de physique.

A M. Merget, une médaille de platine pour son Étude sur l'emploi des vapeurs mercurielles.

A M. Houzeau, une médaille de platine pour ses Études sur l'ozone.

A M. Chutaux, une médaille d'argent pour sa pile à bichromate de potasse.

A M. Gaiffe, une médaille d'argent pour son procédé de nickelure galvanique.

A M. Doray, une médaille de bronze pour son système de projection pour cours publics.

Enfin, un encouragement de 500 francs à M. Coupié pour son *encre des écoles* à l'aniline. Nous ferons remarquer, au sujet de cette encre, qu'elle doit être vénéneuse et que la Société a peut-être été imprudente de recommander ce produit; mais M. Balard y tenait tant, qu'il a bien fallu lui céder; il paraît que c'est avec cette encre qu'il a écrit ses grands articles contre M. Fremy et M. de Vergnette-Lamothe, et qu'il se sent inspiré chaque fois qu'il s'en sert.

Beaucoup d'autres récompenses ont encore été accordées, mais elles sortent du cadre de nos travaux ordinaires.

Affinage de l'or.

M. Debray a donné connaissance à la Société d'encouragement d'un procédé pour l'affinage de l'or, qui a rendu dernièrement des services importants dans une circonstance particulière où se trouvaient les hôtels des monnaies de France et d'Angleterre.

L'or venant de l'Australie est ordinairement mélangé de divers métaux. L'affinage ordinaire suffit, en général, pour le purifier; mais il est arrivé dernièrement que de l'or presque pur ne fournissait, après avoir été convenablement traité, que des monnaies cassantes, friables comme une brique mal cuite. Les opérations antérieures ne donnaient aucun avertissement; la fonte, le laminage, le découpage en flans se passaient comme à l'ordinaire, et le flan était ductile, solide et sonore; mais après le coup de balancier la pièce produite était friable et désagrégée. Les recherches faites à cette occasion ont montré que cette singulière propriété tenait à une très-petite quantité (souvent moins de 1 millième) de divers métaux, parmi lesquels le plomb paraît être celui qui a le plus d'action. Les quantités de cet alliage étaient d'ailleurs considérables; en Angleterre, 23,000 kilogrammes d'or avaient été rejetés déjà comme impropres à la fabrication des monnaies; la Banque de France en possédait pour 25 millions de francs, et les frais pour soumettre cette masse à un affinage régulier auraient été très-élevés.

C'est alors qu'on a pensé en Angleterre à faire passer un courant de chlore gazeux sur le métal fondu et recouvert d'une couche de borax, comme à l'ordinaire. Le chlorure d'or ne pouvant pas se former à cette haute température, à laquelle il se décomposerait au contraire, les autres métaux sont chlorurés, et en peu d'instants l'affinage est complet. Les parcelles de chlorure d'argent qui pourraient s'y trouver ne sont pas perdues, parce que ce chlorure se dissout dans le borax, qui sert de couverte à l'or fondu.

— M. Peligot fait quelques observations à ce sujet; il indique les métaux contenus dans cet or fragile et fait connaître l'origine probable du plomb, qui est en majeure partie cause de ces inconvénients.

Rectification.

Puisque nous parlons de la Société d'Encouragement, rectifions, à son égard, une erreur que nous avons commise au sujet de l'ambulance qu'elle avait établie pour secourir les nombreux malades atteints de la variole. Cette ambulance a fermé vers le 18 ou le 19 mars 1871, quand l'épidémie terminée a cessé de nécessiter son concours; ce n'est donc pas le médecin très-habile et très-consciencieux qui dirigeait cette ambulance qui a été fusillé pour avoir essayé de cacher des blessés fédérés, mais le docteur qui dirigeait l'ambulance de Saint-Sulpice, organisée par la Commune. Notre relation publiée dans le dernier numéro n'était donc pas exacte en ce qui concerne l'ambulance; c'est à celle de Saint-Sulpice que s'est passé le drame de l'exécution d'un médecin, fusillé pour avoir voulu soustraire ses malades aux vengeances de soldats surexcités par la mort de leurs camarades et de leurs chefs. Dr Q.

PUBLICATIONS NOUVELLES.

L'électricité appliquée aux arts mécaniques, à la marine, au théâtre; par M. E. Saint-Edme. — 1 vol. in-8°. Paris, Gauthier-Villars, éditeur.

M. E. Saint-Edme travaille beaucoup et écrit de même; il est, du reste, très-heureux dans ce qu'il nous donne, car il nous intéresse toujours.

Charmant volume que celui qu'il vient de faire paraître; il nous manquait, le voilà. Rien n'est absent; il célèbre dignement l'étincelle électrique, cette fée des temps modernes. Le premier chapitre est consacré aux sources d'électricité, le second est relatif aux appareils. Dans le troisième chapitre, l'auteur parle des lignes de communication, et, en particulier, de la télégraphie militaire, question importante. Les deux autres chapitres ne sont pas moins intéressants; le quatrième se rapporte à la marine; l'auteur éclaire la nuit et le fond des océans, sauve le bâtiment des écueils et des récifs, puis tout à coup l'amène sur un de ces engins formidables qu'inventa Ebner, et nous montre la ruine accomplie par cette étincelle, tout à l'heure si inoffensive dans le télégraphe. Pour nous consoler, il nous ramène enfin, dans un dernier chapitre, à des émotions plus douces; il illumine le théâtre et la salle du concert.

Tout cela est riant, tout cela est émaillé de jolies figures; tout cela est fait avec soin, imprimé avec goût, ce qui se devine quand on parle de M. Gauthier-Villars.

Je le mettrai dans ma bibliothèque. — Pas M. Gauthier-Villars.

Histoire de la physique et de la chimie, depuis les temps les plus reculés jusqu'à nos jours; par F. Hoefer. — 1 volume in-12 de 560 pages. Prix : 5 fr., — chez Hachette et Cie.

Les Merveilles de la chimie; par Martial Deherrypon, ouvrage illustré de 51 vignettes. — 1 volume in-12 de 300 pages. Prix : 2 fr. — Ce volume fait partie de la bibliothèque des merveilles. — Chez Hachette et Cie.

20175 Paris. — Typographie de RENOU et MAULDE, rue de Rivoli, 144.

LIBERTÉ. — ÉGALITÉ. — FRATERNITÉ.

LE MONITEUR SCIENTIFIQUE-QUESNEVILLE.

JOURNAL DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES.

Avec un Bulletin médical et de pharmacie.

LA SANTÉ ET L'HYGIÈNE.

JOURNAL MENSUEL.

ABONNEMENTS : **20** fr. par an FRANCO pour la France, **25** fr. pour l'étranger et **30** fr. pour pays d'outre-mer. — Chaque livraison : **2** francs.

On s'abonne chez M. le docteur QUESNEVILLE, rue de Buci, 12, à Paris.

365e Livraison. MAI. Année 1872.

Avis aux Abonnés.

Ceux de nos abonnés qui, d'ici au 15 juin prochain, ne nous auront pas fait parvenir le montant de leur abonnement pour 1872, sont prévenus qu'on encaissera chez eux un mandat de 21 francs à partir du 30 juin. Dr QUESNEVILLE.

SOMMAIRE.

Pages

L'acide rosolique; par M. H. Fresenius 371

La coralline; par M. H. Fresenius 372

Du sel marin contenu dans l'extrait de viande; par M. J. Liebig 383

Leçons sur les matières colorantes (Suite et fin); par M. le docteur Crace-Calvert 385

Recherches sur la composition chimique du vert de Chine (*lokao*); par MM. S. Cloez et Guignet 394

De la teinture des tissus en noir d'aniline; par M. J. Persoz 396

Le *Phylloxera vastatrix*; par M. Heuzé 399

Discussion entre MM. Pasteur et Vergnette-Lamotte sur la conservation des vins par le chauffage 404

Sur l'extraction docimastique des minerais de bismuth et sur la méthode docimastique pour séparer ce métal du cuivre, de l'arsenic, de l'antimoine et du plomb; par M. Hugo Tamm 412

Les phosphates de chaux de la Russie; par M. Alexis Iermoloff, à Saint-Pétersbourg 423

Les meilleures méthodes d'analyse des engrais artificiels; par MM. L. Fresenius, C. Neubauer et E. Luck 423

Revue des méthodes d'analyse industrielle publiées à l'étranger; par M. A. Guerout 426

Sur les procédés chlorométriques. — Dosage du soufre et du phosphore dans le fer. — Sur le dosage du ferrocyanogène. — Sur l'essai des minerais de chrome. — Essai des nitrates et dosage de l'acide nitrique. — Sur la recherche et le dosage de la paraffine dans les bougies stéariques. — Essai de la cochenille. — Nouveau procédé pour l'essai du pétrole. — Méthode pour déterminer la valeur des couleurs d'aniline. 426

Pages

Académie des sciences.. 432

Séance du 1er Avril. — Théorie des aurores polaires, de M. de La Rive. — Stahl, ou suite de l'histoire des théories sur la fermentation ; par M. Chevreul. — Société des spectroscopistes italiens. — Fin de l'Observatoire de Montsouris. Orage et grand vent à ce sujet. — Élection de deux correspondants pour les sections de géométrie et de navigation. — M. Gosselin lit un mémoire sur les maladies chirurgicales de l'adolescence. — M. Joseph Boussingault analyse le jus des baies du sorbier, etc., etc. 432

Séance du 8 Avril. — Mort de M. E. Laugier, l'astronome. — Autre mort de M. de Mohl, de la section de botanique. — M. Chevreul continue les exercices de sa capsule miraculeuse. — M. Vulpian s'occupe de l'altération des muscles. — M. Gauthier de Claubry et les cadavres de M. Champouillon. — Sur la volatilisation apparente du sélénium et du tellure ; par M. Ditte. — Propriétés réductrices de l'hydrogène et des vapeurs de phosphore ; par M. B. Renault. — Analyse des *terres noires* de Russie ; par M. L. Grandeau. — Carte des *isogones* magnétiques de la mer Adriatique ; par M. Diamilla-Miller, etc., etc.. 434

Séance du 15 Avril. — Statistique des cultures industrielles ; par M. A. Muntz. — M. Berthelot discute la chaleur de formation des composés oxygénés de l'azote, à propos d'une attaque de M. Thomson contre ses nombres. — M. Tarry croit possible la prévision des aurores magnétiques. — M. Heis écrit de Munster au sujet des aurores boréales, etc., etc.. 435

Séance du 22 Avril. — M. Bertrand se plaint d'une note de M. de Saint-Venant. — Résultats de l'éclipse de décembre 1871 ; par M. Secchi. — M. de Lafollye indique un mode de dosage du cuivre par le cyanure de potassium. — MM. Vogt et A. Henninger ont effectué la synthèse de l'orcine. — M. Rabuteau adresse des recherches sur les propriétés de divers principes immédiats, etc., etc.......................... 437

Séance du 29 Avril. — Mort de M. Duhamel. — Sur le jet électrique dans les gaz raréfiés, et, en particulier, sur sa puissance mécanique ; par MM. de la Rive et E. Sarasin. — Sur la police sanitaire applicable à la peste bovine, par M. Bouley. — M. Blanchard donne l'explication des nombreuses mouches qu'on voit en ce moment. — Description d'un harmonium à double clavier ; par M. G. Guéroult. — Sur les spectres d'absorption des vapeurs du sélénium ; par M. Gernez. — Effets de la pénétration des projectiles dans divers milieux ; par M. Melsens. — Étude sur les marais salants et sur l'industrie saunière du Portugal ; par M. A. Girard. — Présence du sélénium dans l'acide sulfurique ; par M. Personne. — Action de l'oxygène sur certaines infusions végétales ; par M. Laborde. — Action physiologique de l'éther formique ; par M. Byasson, etc., etc.. 439

Séance du 6 Mai. — Élection de deux candidats pour la chaire de M. Regnault. — Sur les déformations subies par les terrains de France ; par M. Delesse. — Curieuses observations de M. Ziegler sur les substances albuminoïdes. — Procédé de peinture décorative sur étain ; par M. C. Daniel. — M. Anez, de Tarascon, écrit pour son procédé de traitement du *phylloxera*. — Sur la lumière émise par la vapeur d'iode ; par M. Salet. — Transformation des pyrophosphates en phosphates ; par M. Prinvault. — Sur la nature du globule sanguin ; par M. Arloing. — Sur la névropathie cérébro-cardiaque ; par M. Krishaber. — Sur le terrain de sable granitique et d'argile à silex. — Sur l'ozone atmosphérique ; par M. Palmieri, etc., etc.......................... 441

Séance du 13 Mai. — Sur la dissociation de l'acide carbonique sous l'influence de l'effluve électrique ; par M. Arnould Thenard. — Sur les effets produits par une balle de fusil Chassepot, dans un cas de suicide ; par M. le docteur Bedoin. — Influence de la pression sur les raies du spectre ; par M. Cailletet. — Sur le dosage du carbone ; par M. J. Boussingault. — Comité secret et présentation de la liste des candidats pour la prochaine élection.. 443

Séance du 20 Mai. — Élection de M. Tresca pour remplacer M. Combes dans la section de mécanique.. 444

Morse.. 445

Correspondance. — Lettre de M. Ritter.. 446

Publications nouvelles.. 446

Histoire de la physique et de la chimie ; par M. Hœfer. — *Chimie organique élémentaire* ; par M. E. Grimaux. — *Le lendemain de la mort* ; par M. Louis Figuier. — *Les minéraux* ; par M. de Kobell, annoté par Pisani, etc.. 446

Principales spécialités médicales du docteur Quesneville....... 448

L'ACIDE ROSOLIQUE.

Par M. H. Fresenius (1).

Le travail sur l'acide rosolique que je me propose de soumettre au public a été commencé dans l'été 1870; mais la guerre contre la France, qui vint à éclater vers cette époque, m'appela dans les rangs des défenseurs de la patrie, et ce ne fut qu'après une interruption de dix mois que j'ai pu reprendre la suite de mes recherches. Je vais en indiquer ici brièvement les résultats, me réservant de leur donner plus de développement dans une étude prochaine.

Parmi les diverses méthodes qui ont été proposées pour obtenir l'acide rosolique, il en est deux seulement qui méritent d'attirer l'attention ; ce sont celle de MM. Kolbe et Schmitt, qui consiste à chauffer vers 150°-160° un mélange de 1 partie d'acide oxalique, 1 partie 1/2 de phénol et 2 parties d'acide sulfurique concentré, et celle de MM. Caro et Wanklyn, d'après laquelle on traite une solution acide de fuchsine avec de l'azotate de potasse, et on fait bouillir le produit de la réaction avec de l'acide chlorhydrique et de l'eau.

J'ai préparé l'acide rosolique d'après chacune de ces méthodes et je suis arrivé à l'obtenir parfaitement pur. Pour cela, je l'ai combiné à la magnésie, j'ai lavé le sel dans de l'eau chaude, et après l'avoir précipité par du sel ammoniac un grand nombre de fois (jusqu'à ce que la solution aqueuse du sel magnésien eût cessé de se foncer par l'addition d'une solution de ferrocyanure de potassium), je l'ai décomposé par l'acide chlorhydrique. Son état de pureté était tel qu'il cristallisait dans l'alcool aussi bien qne dans l'acide acétique.

Les cristaux formés dans l'alcool sont de longues aiguilles filamenteuses, enchevêtrées les unes dans les autres; ceux que donne l'acide acétique sont de beaux prismes à base rhombe, rouges par transparence et d'un reflet vert foncé.

L'analyse de l'acide rosolique présente de très-grandes difficultés, je n'y ai encore soumis jusqu'à présent que l'acide obtenu par la méthode Kolbe et Schmith, et je n'ai pu le faire que pour les cristaux formés dans l'alcool, ceux de l'acide acétique pouvant très-difficilement être débarrassés de cette liqueur.

Cette difficulté d'analyser l'acide rosolique ne me permet pas encore d'en donner la formule, mais je puis dès à présent faire connaître sa composition, qui a été constatée par des expériences quantitatives nombreuses.

	I.	II.
C........	69.19	68.96
H........	5.41	5.34
O........	25.40	25.70
	100.00	100.00

L'acide rosolique cristallisé, soit dans l'alcool, soit dans l'acide acétique, fond à 150 degrés, en une masse amorphe d'un reflet vert doré, semblable à celui des cantharides; il perd alors 9.8 pour 100 de son poids. Cette perte de poids augmente avec la température; elle est de 14.8 pour 100 lorsque la masse est séchée à la température de 170 degrés.

J'ai vainement cherché à obtenir avec l'acide rosolique des sels d'une composition constante et doués de caractères bien définis.

Fondu avec un excès de potasse, l'acide rosolique reste longtemps inaltéré; il finit cependant par perdre sa belle couleur rouge et se change en une masse résineuse brune; pendant cette transformation il se dégage une odeur fort agréable.

Dissoute dans de l'eau additionnée d'acide sulfurique, cette masse brune se sépare en un précipité floconneux et une résine.

Ces deux substances se dissolvent dans l'éther et s'y prennent en une seule masse résineuse.

(1) *Journal de chimie pratique* de H. Kolbe, juillet 1871.

Elles se dissolvent également dans les alcalis; les acides versés dans la solution y précipitent des flocons rougeâtres.

Leur solution alcaline, abandonnée à elle-même dans l'atmosphère, reprend peu à peu sa belle couleur rouge; cette coloration est due à l'acide rosolique qui se reforme; elle s'opère instantanément par l'addition d'une petite quantité de ferrocyanure de potassium.

Ces réactions semblent indiquer que l'acide rosolique fondu avec de la potasse se change en acide leucorosolique.

Une matière incolore analogue à ce dernier acide se forme aussi lorsqu'on traite l'acide rosolique par l'acide acétique et des copeaux de fer; cette substance est également ramenée à son premier état par le ferrocyanure de potassium.

En traitant l'acide rosolique avec de l'acide nitrique rouge fumant, on obtient des produits nitrés. L'un de ces produits est susceptible de cristallisation; il sera l'objet d'un examen ultérieur plus approfondi.

Le brome et l'iode donnent également des produits de substitution.

Lorsqu'on distille de l'acide rosolique avec de la poudre de zinc, il passe une substance dont l'odeur rappelle celle du diphényle et qui, refroidie, se prend en masses cristallines

Distillée avec de l'eau, cette substance forme des cristaux faiblement colorés qui, vu l'inconstance de leur point de fusion, semblent être un mélange de divers hydrocarbures. J'y soupçonne la présence du diphényle; j'en ai pu isoler deux corps différents, dont l'un, en cristaux d'un blanc pur, fondant entre 70 et 73 degrés, et l'autre en cristaux rougeâtres, et fondant à une température plus élevée.

En traitant le produit primitif obtenu par la distillation avec de l'eau, par de l'acide azotique concentré, j'ai obtenu un corps nitré cristallisant en belles aiguilles presque incolores, et une résine d'une couleur foncée.

Une étude plus approfondie de ces corps, et notamment leur analyse, ne manqueront pas de nous révéler un plus grand nombre de leurs propriétés.

Si je publie cette notice si incomplète, et cela avant même d'avoir analysé l'acide rosolique obtenu par la méthode Caro et Wanklyn, c'est à cause de l'opportunité que lui crée le mémoire sur l'aurine de MM. Dale et Schorlemmer; publié dans le numéro 11 des *Comptes-rendus* de cette année de la Société chimique de Berlin.

(*Leipsig.* — *Laboratoire de M. Kolbe*, le 14 juillet 1871.)

LA CORALLINE (1).

Par le docteur H. FRESENIUS (2).

En 1834, en poursuivant ses travaux de recherche sur le goudron de houille, M. Runge en retira un corps nouveau qu'il appela acide rosolique.

Voici ce qu'il dit lui-même de cette substance (3) : « L'acide rosolique est un produit de la décomposition chimique de l'huile de houille, produit d'autant plus remarquable qu'il se comporte comme un *véritable pigment*. Il donne, avec des mordants convenables, des couleurs et des laques rouges qui, pour la beauté, sont comparables au safre, à la cochenille et à la garance. Il se présente sous la forme d'une masse résineuse, pulvérisable et ayant une belle couleur jaune orangé. » M. Runge n'a pas poussé plus loin l'examen de ce nouveau corps, malgré les propriétés intéressantes qu'il lui attribua; il n'en a même pas fait l'analyse, ou du moins il n'a rien publié depuis sur ce sujet.

(1) Comme il a été dit tout récemment dans les brevets d'invention du *Moniteur scientifique-Quesneville* (3), I, p. 265 et suiv.) que la matière colorante découverte par MM. Kolbe et Schmitt n'était pas identique avec l'acide rosolique de M. Runge, nous donnerons, dans cette notice, au corps de MM. Schmitt et Kolbe le nom de *coralline*, nom qu'il porte déjà dans le commerce.

(2) *Journal de chimie pratique* de H. Kolbe, mars et avril 1872.

(3) *Annales de Poggendorff*, t. XXXI, p. 70.

Ce que M. Runge avait dit de l'acide rosolique a été, en grande partie, infirmé déjà par ceux qui, les premiers après lui, se sont occupés de l'étude de ce corps; ils montrèrent notamment que l'acide rosolique ne donnait ni couleurs ni laques stables.

M. Tchelnitz (1), en 1857, et M. Aug. Smith (2), une année plus tard, ont observé que l'acide rosolique se formait lorsqu'on chauffe du goudron en présence de la chaux.

M. Smith, attribuant la formation de cette matière colorante à l'influence oxydante de l'air, fit un mélange de phénol brut, de soude et de manganèse, qu'il chauffa pour arriver plus rapidement au résultat, et obtint en effet de l'acide rosolique. Il en fait la même description que M. Tchelnitz. « Cette substance, dit-il, est une résine dont la composition peut être représentée par $C^{12}H^{12}O^{5}$ (3); elle est fusible par la chaleur, facilement soluble dans l'alcool et l'éther, insoluble dans l'eau. Ses solutions prennent une magnifique couleur rouge lorsqu'on y ajoute des alcalis ou des carbonates alcalins. Ses combinaisons avec la chaux, la potasse, la soude, l'ammoniaque, etc., sont solubles dans l'eau et produisent également une belle coloration rouge. »

M. H. Müller (4) confirme, en général, ces données, mais ses analyses l'ont conduit à la formule $C^{23}H^{22}O^{4}$.

D'après M. Dusart (5), lorsqu'on distille de l'acide rosolique avec de la chaux, on régénère de la potasse ou du carbonate de soude; suivant lui, la composition empirique de l'acide rosalique est $C^{6}H^{6}O^{2}$.

D'après M. Jourdin (6), il se produit de l'acide rosolique lorsqu'on chauffe à 150 degrés du phénol avec de l'oxyde de mercure et de la soude ou avec du chlorure de mercure. La formule de M. Jourdin est la même que celle de M. Smith.

MM. Schutzenberger et Sengenwald (7) ont obtenu l'acide rosolique en portant à une température élevée les produits de substitutions qu'ils avaient obtenus en faisant réagir le chlorure d'iode sur du phénol.

Quant à la matière colorante obtenue par M. F. Fol (8), par l'oxydation du phénol au moyen de l'acide arsénique, et qu'il a appelée acide xanthique, elle ne saurait être confondue avec l'acide rosolique, vu que, sous plusieurs rapports, elle s'en éloigne beaucoup par ses propriétés.

En 1859, MM. Kolbe et Schmitt (9), en faisant des expériences sur la transformation du phénol en acide salicilique, ont trouvé aussi une matière colorante rouge, la coralline; mais leur procédé est complétement différent de tous ceux que nous avons mentionnés, car il ne repose pas, comme ces derniers, sur l'oxydation directe du phénol. Le procédé de MM. Kolbe et Schmitt a une grande importance, car c'est celui qui est suivi aujourd'hui dans la fabrication en grand de la coralline. Il consiste à chauffer pendant cinq à six heures, vers 140 à 150 degrés, un mélange de 1 partie d'acide oxalique, 1 partie 1/2 de phénol et 2 parties d'acide sulfurique. Il se forme une masse visqueuse d'une couleur foncée que l'on verse dans une grande quantité d'eau où la coralline se sépare sous forme de résine. MM. Kolbe et Schmitt ont appelé cette matière colorante acide rosolique à cause de sa grande ressemblance avec celle découverte par M. Runge.

Ils ont fait un examen approfondi de ses réactions et de ses propriétés qu'ils ont décrites en ces termes : « Cette matière colorante est une résine cassante, dont la formule est $C^{5}H^{4}O$. Elle est sans odeur ni saveur, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et l'acide acétique concentré. Les alcalis et les carbonates alcalins la dissolvent dans des proportions diverses, en produisant une belle coloration rouge; les acides la précipitent de ces solutions sous la forme de flo-

(1) *Wiener akademische Berichte*, t. XXIII, p. 269.
(2) *Chemical Gazette*, 1858, p. 20.
(3) Dans toutes les formules qui se trouvent dans cette notice, C = 12.
(4) *Chemical Society*, 9e année, p. 1.
(5) *Répertoire de chimie appliquée*, t. I, p. 207.
(6) *Ibidem*, t. III, p. 217 et 282.
(7) *Comptes-rendus*, t. LIV, p. 197.
(8) *Répertoire de chimie appliquée*, t. IV, p. 179.
(9) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, p. 119, 169.

cons amorphes dont la couleur est variable suivant la température. Elle fond à 80 degrés; à une température plus élevée, elle se décompose en donnant du phénol et un résidu de charbon difficilement combustible. En dissolution aqueuse dans la potasse, elle n'est pas précipitée par l'alun et le chlorure de zinc ni par les sels de chaux et de baryte. L'acétate de chaux donne un précipité d'un beau rouge, d'une composition variable. Si l'on ajoute à la solution alcaline du ferrocyanure de potassium, cette coloration rouge devient beaucoup plus foncée et plus intense. Traité par l'acide azotique et de la grenaille de fer, l'acide rosolique donne naissance à une substance floconneuse qui se dissout dans les alcalis et qui est précipitée de ses solutions par les acides. La solution alcaline de l'acide rosolique abandonnée à l'air se colore peu à peu en rouge; cette coloration se produit instantanément par l'addition de ferrocyanure de potassium.

Des matières colorantes rouges ont encore été obtenues par plusieurs autres méthodes également non basées sur l'oxydation du phénol. Celle de M. Monnet (1) consiste à chauffer vers 130 degrés de l'acide sulfophénique avec de l'iodamyle. MM. Perkin et Duppia (2) ont obtenu en chauffant à 120 degrés du phénol avec de l'acide bromacétique, et aussi en chauffant un mélange d'iode et de phénol avec de l'acide formique, de l'acide acétique, butyrique et valérianique. L'iode et le phénol traités séparément ne donnèrent qu'un produit iodé qui n'avait aucune ressemblance avec l'acide rosolique.

D'après M. Kœrner (3), il se forme du rosalate de potasse lorsqu'on chauffe vers 160 à 180 degrés du phénol monobromé avec une solution alcoolique de potasse.

A en croire M. Binder (4), il se formerait même un corps qui, par la plupart de ses propriétés, se rapproche de l'acide rosolique, lorsqu'on chauffe vers 150 degrés de l'acide phénolsulfurique avec du zinc.

De très-belles et très-intéressantes recherches sur notre sujet ont été faites, tout récemment, par MM. Caro et Wanklyn (5), et, ensuite, par M. Caro seul (6). Ces deux chimistes ont obtenu la diazorosaniline en traitant une solution acide d'un sel de rosaniline par l'azotate de potasse, et ils trouvèrent qu'en faisant bouillir cette diazorosaniline avec de l'acide chlorhydrique et de l'eau il se formait, avec un dégagement abondant d'azote, un corps qui, par ses propriétés les plus essentielles, ressemble à la substance découverte par MM. Kolbe et Schmitt; ils ont, pour cette raison, annoncé ce corps comme de la coralline.

Mais comme la couleur de la solution alcaline de leur produit ne devenait pas plus foncée par l'addition de ferricyanure de potassium, MM. Caro et Wanklyn expliquent ce fait, en disant que l'acide rosolique de MM. Kolbe et Schmitt contenait, outre la coralline, de la leucocoralline (résidu blanc qui se forme lorsqu'on traite la coralline avec de l'acide acétique et de la grenaille de fer) qui s'est changée en coralline par l'action oxydante du ferrocyanure de potassium.

Le mode de formation si intéressant de cette matière colorante a engagé MM. Caro et Wanklyn à faire les premiers essais pour lui donner une formule rationnelle. Voici celle qu'ils ont proposée :

$$C^2 \left\{ \begin{matrix} OC^6H^5 \\ OC^6H^5 \\ OC^6H^5 \\ H \\ H \\ OH \end{matrix} \right. .$$

D'après cette formule, il faut considérer l'acide rosolique comme un hydrure d'éthyle dans lequel 3 atomes d'hydrogène sont remplacés par le groupe OC^6H^5, et 1 atome d'hydrogène par le groupe OH.

(1) *Bulletin de la Société d'encouragement de Mulhouse*, 1861, p. 464.
(2) *Chemical News*, 1861, p. 351.
(3) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, p. 137, 208.
(4) Kékulé, *Lehrbuch der organischen Chemie*, t. III, p. 20.
(5) *London Royal Society's proceedings*, t. XV, p. 210.
(6) *Philosophical Magazine*, t. XXXII.

La formation de la rosaniline pourrait alors s'expliquer par les équations suivantes :

$$C^2 \left\{ \begin{array}{l} AzC^6H^5H \\ AzC^6H^5H \\ AzC^6H^5H \\ H \end{array} \right. + \begin{array}{l} HAzO^2 \\ HAzO^2 \\ HAzO^2 \end{array} = C^2 \left\{ \begin{array}{l} Az^2C^6H^3 \\ Az^2C^6H^3 \\ Az^2C^6H^3 \\ H \end{array} \right. + 6H^2O,$$

$$C^2 \left\{ \begin{array}{l} Az^2C^6H^3 \\ Az^2C^6H^3 \\ Az^2C^6H^3 \\ H \end{array} \right. + 4H^2O = C^2 \left\{ \begin{array}{l} OC^6H^5 \\ OC^6H^5 \\ OC^6H^5 \\ H \\ H \\ OH \end{array} \right. + 3Az^2.$$

Malheureusement, MM. Caro et Wanklyn n'ont pas cherché à démontrer par un nombre suffisant d'analyses l'exactitude de cette formule théorique. Ils n'ont fait connaître dans ce but qu'une seule analyse quantitative. Ils firent réagir de l'azotate de potasse sur un poids connu de rosaniline et déterminèrent la quantité de sel alcalin qui avait été employée pour transporter la rosaniline dans le composé azoté. Une molécule de rosaniline avait employé 3 molécules d'acide nitrique. Ils déterminèrent également la quantité d'azote qui se dégage lorsqu'on fait bouillir ce composé azoté avec de l'acide chlorhydrique et de l'eau, et trouvèrent qu'après son passage dans la combinaison azotée une molécule de rosaniline fournissait 6 molécules d'azote.

Cette expérience est loin de démontrer la formule d'une manière suffisante, car on pourrait aussi bien, en s'appuyant sur les mêmes faits, exprimer la réaction par d'autres équations, par celles-ci, par exemple :

$$C^2 \left\{ \begin{array}{l} AzC^6H^5H \\ AzC^6H^5H \\ AzC^6H^5H \\ H \end{array} \right. + 3HAzO^2 = C^2 \left\{ \begin{array}{l} Az^2C^6H^3 \\ Az^2C^6H^3 \\ Az^2C^6H^3 \\ H \end{array} \right. + 6H^2O.$$

$$C^2 \left\{ \begin{array}{l} Az^2C^6H^3 \\ Az^2C^6H^3 \\ Az^2C^6H^3 \\ H \end{array} \right. + 3H^2O = C^2 \left\{ \begin{array}{l} OC^6H^5 \\ OC^6H^5 \\ OC^6H^5 \\ H \end{array} \right. + 3Az^2.$$

De sorte qu'il ne faut ajouter à la formule de MM. Caro et Wanklyn qu'une importance secondaire.

Ce qui est beaucoup plus important, ce sont les faits que M. Caro a constatés, plus tard, dans le cours de ses expériences. Le mode suivant lequel la coralline se forme de la rosaniline montre avec évidence qu'il existe un rapport très-étroit entre ces deux corps ; et comme la rosaniline ne peut s'obtenir, par oxydation, ni de l'aniline seule, ni de la toluidine, mais d'un mélange de ces deux substances, il était rationnel d'admettre que la coralline se formait par l'oxydation d'un mélange de phénol et de crésol, et non d'un seul de ces corps. C'est ce que pensa M. Caro et ce que ses expériences confirmèrent. Le procédé de MM. Kolbe et Schmitt, qui repose sur l'action des acides oxalique et sulfurique, lui fournissait, au contraire, un grand rendement en coralline, lorsqu'il opérait avec du phénol très-pur, et ne donnait qu'un dégagement abondant d'azote, mais pas de trace de coralline, lorsqu'il opérait avec du crésol pur.

La dernière publication sur notre sujet est une étude sur la coralline de MM. R.-S. Dale et Schorlemmer (1), qui l'ont obtenue à l'état cristallisé de l'aurine (2) du commerce ; ils lui donnent pour formule $C^{20}H^{14}O^3$ (3). Enfin, engagé par les notions fournies par MM. Dale

---

(1) *Berliner Berichte der chemischen Gesellschaft*, t. IV, p. 574, 971. — *Proceedings literal and philosophical Society*, t. IX, p. 12.

(2) C'est le nom que porte en Angleterre la coralline du commerce.

(3) *Berliner Berichte der chemischen Gesellschaft*, t. IV, p. 971.

et Schorlemmer, nous avons fait connaître, il y a quelque temps, dans le *Journal für praktische Chemie*, année 1871, p. 477, les résultats de nos propres expériences.

Malgré les nombreux travaux qui ont été faits sur la coralline et l'acide rosolique, leur constitution est encore complétement inconnue, et on a même exprimé des doutes sur l'identité de tous ces corps obtenus par des procédés si divers et auxquels on a donné les noms de coralline et d'acide rosolique, uniquement parce qu'ils se ressemblent par leur forme extérieure et que leurs solutions alcalines se colorent en rouge. On est surtout confirmé dans ces doutes lorsqu'on compare les formules par lesquelles les différents chimistes ont représenté la constitution de ces substances.

$C^{12}H^{12}O^{3}$ (A. Smith et Jourdin).
$C^{23}H^{12}O^{4}$ (H. Müller).
$C^{6}H^{6}O^{2}$ (Dusart).
$C^{10}H^{8}O^{2}$ (Kolbe et Schmitt).
$C^{20}H^{16}O^{3}$ (Caro et Wanklyn).
$C^{20}H^{14}O^{3}$ (Dale et Schorlemmer).

Comme les cinq premières de ces formules ont été établies d'après des analyses faites avec de la substance non cristallisée, et, par suite, probablement impure, nous avons pensé qu'il ne serait pas sans intérêt de reprendre toutes les expériences qui ont été faites sur la coralline et l'acide rosolique, de chercher à les obtenir à l'état cristallisé, et, par suite, pur, et, une fois obtenus dans cet état, de les soumettre à l'analyse pour en déterminer la constitution et la formule, et pour décider s'ils sont identiques ou non (1).

A cet effet, nous avons fait un grand nombre d'expériences sur la préparation de matières colorantes au moyen du phénol et de corps analogues par les méthodes de MM. Kolbe et Schmitt, et autres, et aussi au moyen de la rosaniline, d'après MM. Caro et Wanklyn. Ensuite, nous avons cherché un bon procédé de purification afin de pouvoir obtenir les substances autant que possible à l'état cristallisé, et enfin, cela nous ayant réussi, nous nous sommes attaché à résoudre la question de l'identité ou de la non-identité de toutes ces matières colorantes.

EXPÉRIENCES POUR OBTENIR DES MATIÈRES COLORANTES ROUGES AU MOYEN DU PHÉNOL, DU CRÉSOL ET DU PHÉNETHOL.

MM. Kolbe et Schmitt avaient employé pour leurs expériences du phénol non cristallisé et assez impur, connu sous le nom d'acide carbolique; mais, depuis, on a appris à obtenir sur une grande échelle du phénol cristallisé et parfaitement incolore; c'est donc à l'état de pureté que j'ai pu l'employer.

L'objet de mes expériences était, comme je l'ai dit plus haut, de trouver d'abord les conditions les plus favorables pour obtenir la matière colorante avec du phénol, de l'acide sulfurique et de l'acide oxalique, et, ensuite, de chercher si elle ne pouvait s'obtenir du phénol d'une autre manière. En m'attachant à résoudre cette dernière question, je poursuivais un double but, l'explication des réactions qui ont lieu dans le procédé de Kolbe et Schmitt, et la fabrication en grand pour laquelle il y aurait un grand avantage à pouvoir remplacer l'acide oxalique, qui est très-coûteux, par quelque autre agent chimique.

Je ne décrirai pas tous les nombreux essais quantitatifs que j'ai faits pour déterminer les proportions dans lesquelles le phénol, l'acide sulfurique et l'acide oxalique donnent le plus grand rendement en matière colorante, je me contenterai d'en faire connaître le résultat qui confirme les données de MM. Kolbe et Schmitt.

1 poids d'acide oxalique cristallisé,
1.5 — de phénol cristallisé incolore, et
2 — d'acide sulfurique anglais,

mêlés ensemble et chauffés pendant cinq à six heures, à 140° — 150°, dans un bain d'huile,

(1) Au moment où nous avons commencé notre travail, MM. Dale et Schorlemmer n'avaient encore rien publié sur ce sujet.

ont donné le rendement maximum qui est de 16 à 17 pour 100 du poids du phénol employé; 5000 grammes de phénol ont donné 841 grammes de matière colorante (16.82 pour 100).

Deux de ces expériences méritent cependant d'être citées parce qu'elles sont d'un intérêt théorique plus grand.

On connaît deux acides monophénolsulfuriques : l'acide métaphénolsulfurique produit par la réaction de SO^4H^2 sur C^6H^5OH, à une température basse, et l'acide paraphénolsulfurique qui se forme sous l'influence de la chaleur. Il s'agissait donc de savoir s'il est préférable d'employer l'un ou l'autre de ces acides. A cet effet, j'ai fait séparément deux mélanges de 250 grammes de phénol et 333 grammes d'acide sulfurique anglais, l'un préparé dans un mélange réfrigérant de glace et de sel, et l'autre à la température ordinaire; et après les avoir laissés reposer pendant quelque temps, je lès soumis à l'action de l'acide oxalique. Le premier mélange donna 41 grammes (16.4 pour 100) de coralline brute, et le second, 40 grammes (16.0 pour 100); de sorte qu'il est indifférent d'employer l'un ou l'autre acide.

Lorsqu'on cherche à se rendre compte de la réaction qui a lieu lorsqu'on prépare la matière colorante d'après le procédé de MM. Kolbe et Schmitt, on se trouve en présence de la question de savoir si la formation de la substance est due à l'action de l'oxyde de carbone naissant ou de l'acide carbonique naissant, ou bien s'il est nécessaire que ces deux degrés d'oxydation, tous deux à l'état naissant, agissent ensemble.

Pour répondre à cette question, j'ai recueilli les gaz qui se dégagent si abondamment lorsqu'on prépare la coralline d'après le procédé Kolbe et Schmitt, et j'ai trouvé que la plus grande partie de l'acide carbonique était absorbée par une solution de potasse, de quoi il résultait que, *dans la formation de la matière colorante, l'acide carbonique n'intervient pas.*

C'est ce qu'ont confirmé plusieurs autres expériences, car je n'ai pu obtenir de quantité appréciable de matière colorante ni en faisant passer un fort courant d'acide carbonique sec sur de l'acide phénolsufurique chauffé vers 140 — 150 degrés, ni en faisant agir sur de l'acide phénolsulfurique chauffé vers 140 — 150 degrés, de l'acide carbonique naissant qui se dégageait d'un mélange d'acide sulfurique et de carbonate de chaux en poudre fine (aussitôt que le dégagement d'acide venait à s'arrêter, j'ajoutais du carbonate).

Il est vrai que, dans chacune de ces deux expériences, la liqueur s'était un peu colorée en rouge, mais l'intensité de cette coloration était insignifiante et elle n'augmentait point quelque prolongée que fût la réaction. (On sait d'ailleurs que l'acide phénolsulfurique et même le phénol se colorent un peu lorsqu'on les expose à la seule action de lumière; la coloration que j'ai obtenue n'était guère plus intense.)

Il était donc hors de doute que l'agent actif c'est l'oxyde de carbone naissant, dont l'action, toutefois, est combinée avec celle de l'acide sulfurique qui absorbe l'eau.

Partant de ce fait, j'ai fait les expériences suivantes :

A. 2 poids d'acide sulfurique anglais et 1 poids 1/2 de phénol pur furent chauffés vers 140 — 150 degrés dans un bain de paraffine, muni d'un tube réfrigérant ascendant, pendant qu'un entonnoir, dont le tube atteignait presque le fond du vase, versait lentement de l acide formique sur le mélange. Les premières gouttes de l'acide formique produisirent immédiatement une coloration rouge intense; à mesure que la quantité d'acide augmentait, la réaction devenait de plus en plus vive; l'intensité de la couleur rouge augmentait rapidement, pendant que, naturellement, une grande quantité d'oxyde de carbone s'échappait. Au bout de dix heures de réaction, le mélange était devenu très-foncé, opaque et très-visqueux, tout à fait comme cela a lieu avec l'acide oxalique. Le tout ayant été versé dans de l'eau chaude, la matière colorante s'est déposée sous la forme d'un pain de résine et possédait les mêmes propriétés que celle de MM. Kolbe et Schmitt.

B. De l'acide phénolsulfurique fut digéré avec du lait de chaux dans une cornue munie d'un réfrigérant ascendant. A froid, aucune réaction ne se déclara; mais en chauffant vers 120 degrés, on vit aussitôt la matière se colorer; elle prit d'abord une couleur brune et non rouge Quelques instants après, elle devint brun foncé et visqueuse. Versée dans l'eau chaude, elle forma une solution vert noir et il se sépara une résine noire qui se dissolvait bien dans les alcalis avec coloration rouge, mais qui, sous d'autres rapports, différait du produit Kolbe et Schmitt.

Ayant attribué ce résultat à une réaction exagérée, j'ai répété une seconde fois l'expérience ; mais le résultat n'était pas meilleur. Au-dessous de 110 degrés, il n'y avait point de réaction, et, au-dessus, tout se passait chaque fois identiquement comme je viens de le dire.

c. De l'acide phénolsulfurique fut chauffé avec du ferrocyanate de potasse dans une cornue munie d'un tube ascendant. Vers 150 — 160 degrés, une vive réaction se déclara. Le produit fut plongé dans l'eau, et il se sépara une quantité peu considérable de masse résineuse possédant les propriétés de la matière colorante de MM. Kolbe et Schmitt.

On a vu dans ce qui précède que les méthodes d'obtenir des matières colorantes rouges au moyen du phénol ont atteint avec le temps un nombre considérable. Il m'a paru utile de soumettre à une vérification au moins les principales d'entre elles, d'abord parce que, étant d'une date déjà ancienne, les résultats qu'elles ont fournis pourraient n'être pas exacts, et ensuite aussi pour voir si, parmi toutes ces méthodes, il n'en est pas dont le rendement en matière colorante soit supérieur à celui de la méthode Kolbe et Schmitt.

Les expériences faites dans cette direction ont montré que le phénol digéré dans du lait de chaux donne seul un rendement qui égale celui obtenu par la méthode Kolbe et Schmitt.

Un autre résultat de ces expériences a été la confirmation des données de MM. Caro et Wanklyn. Cependant, je mentionnerai les deux procédés suivants, peu importants, il est vrai, mais qui n'ont pas été observés par M. Caro pendant ses expériences.

1° On chauffe vers 150 degrés de l'acide sulfophénique dans un tube scellé. Au bout d'un certain temps, la liqueur prend une couleur de plus en plus foncée et il se forme des traces de matière colorante, car en saturant avec de l'ammoniaque on obtient une solution rouge.

2° L'acide sulfophénique est chauffé avec du zinc vers 140 — 150 degrés, dans un tube scellé. Les résultats sont les mêmes qu'avec le procédé précédent ; on ne peut également obtenir que des quantités insignifiantes de matière colorante.

Enfin, pour compléter mes recherches sur la formation de l'acide rosolique, j'ai étudié encore l'action des acides oxalique et sulfurique sur l'anisol ($C^6H^5OCH^3$) et le phénethol ($C^6H^5OC^2H^5$).

J'ai préparé ces deux corps en faisant réagir respectivement l'iodure de méthyle et l'iodure d'éthyle sur du phénolsulfate de potasse. J'ai trouvé, en faisant cette expérience, qu'il n'est pas nécessaire, comme on l'a prescrit jusqu'à présent, d'opérer dans des tubes scellés, et qu'on obtient de très-bons résultats en plaçant les matières ci-dessus dans une cornue pourvue d'un réfrigérant ascendant et les faisant réagir à chaud en présence d'alcool.

L'acide oxalique et l'acide sulfurique donnent avec l'anisol et le phénethol des matières colorantes ayant les mêmes propriétés que celle qu'ils produisent avec le phénol dans des circonstances identiques.

La constitution de la matière colorante du phénethol est la même que celle de la coralline. Ces deux substances ont été analysées de la manière suivante : Elles furent dissoutes dans une solution ammoniacale et précipitées un grand nombre de fois par des acides.

Ainsi purifiées, elles furent séchées et chauffées jusqu'à leur point de fusion (156 degrés) dans un bain d'air chaud ; et la masse fondue fut brûlée dans des nacelles de platine au moyen d'un courant d'oxygène sec. Voici les résultats de l'analyse pour les deux substances :

I. $0^{gr}.1970$ de coralline donnèrent $0^{gr}.5114$ d'acide carbonique et $0^{gr}.085$ d'eau, ce qui correspond à $0^{gr}.1395$ ou 70.79 pour 100 de carbone et $0^{gr}.0094$ ou 4.76 pour 100 d'hydrogène.

C	70.79
H	4.76
O	24.45
	100.00

II. $0^{gr}.1953$ de coralline donnèrent $0^{gr}.5075$ d'acide carbonique et $0^{gr}.0857$ d'eau, correspondant à $0^{gr}.1384$ ou 70.87 pour 100 de carbone et $0^{gr}.0095$ ou 4.87 pour 100 d'hydrogène.

C	70.94
H	4.70
O	24.36
	100.00

Matière colorante du phénetol.

$0^{gr}.1953$ de substance donnèrent $0^{gr}.5077$ d'acide carbonique et $0^{gr}.0857$ d'eau, ce qui correspond à

C	70.87
H	4.87
O	24.26
	100.00

Je n'établis pas la formule de cette matière colorante, parce que l'analyse a été faite avec de la substance non cristallisée.

Méthode de M. Caro.

Cette méthode consiste à dissoudre de la rosaline ou de la fuchsine (acétate ou chlorhydrate de rosaniline) dans un mélange d'eau et d'une quantité d'acide chlorhydrique suffisante pour qu'il puisse se former le sel de rosaniline qui renferme trois molécules HCl. On ajoute à cette solution de l'acétate de potasse jusqu'à ce que l'odeur de l'acide acétique ne disparaisse plus, même par l'agitation. La rosaniline se change alors en un composé azoté qui, bouilli dans de l'eau et de l'acide chlorhydrique, se dédouble en azote, qui se dégage en abondance, et en une matière colorante rouge qui se sépare sous la forme de flocons et se fond en une résine d'un reflet vert doré semblable à celui des cantharides.

Il aurait été intéressant de pouvoir isoler la combinaison azotée que la rosaline forme dans cette réaction, mais tous mes essais, pour cela, ont échoué.

En mêlant avec une solution concentrée de bichromate de potassium (ainsi que l'a conseillé M. Caro pour les combinaisons azotées), j'ai obtenu, il est vrai, un précipité cristallin très-explosif; mais cette substance se décompose, pour ainsi dire, entre les mains de l'expérimentateur.

Après avoir ainsi préparé les diverses matières colorantes d'après les méthodes que je viens de décrire, je me suis occupé de la recherche d'un procédé pour les obtenir à l'état cristallisé, afin de pouvoir déterminer leur composition et les comparer entre elles.

Malheureusement, la purification de ces matières est extrêmement difficile, et les quantités que l'on parvient à en obtenir à l'état cristallisé sont si minimes que je n'ai pu en analyser avec utilité que les deux principales : celle de MM. Kolbe et Schmitt et celle de MM. Caro et Wanklyn.

Les recherches sur la purification ont été faites avec la matière colorante de MM. Kolbe et Schmitt, parce que j'ai pu en préparer des quantités assez considérables. Voici le procédé auquel je me suis arrêté :

La masse qu'on obtient en chauffant pendant cinq à six heures du phénol avec de l'acide oxalique et de l'acide sulfurique, est versée dans de l'eau chaude; il s'y sépare aussitôt une résine d'un très-beau brillant vert des cantharides, tandis que le liquide se colore en rouge jaunâtre. On fait bouillir, en ayant soin de renouveler l'eau qui s'évapore, jusqu'à ce que l'odeur du phénol ait complétement disparu, et on laisse refroidir. Une quantité assez considérable de coralline se dépose alors en flocons d'un magnifique rouge orangé. On filtre par la machine pneumatique de Bunsen, et la masse sèche est lavée dans l'eau froide jusqu'à ce qu'il ne se manifeste plus de réaction acide. La matière colorante ainsi obtenue est encore impure; on la triture avec un excès de magnésie et on fait bouillir le mélange à plusieurs reprises dans l'eau (jusqu'à ce qu'il ne se produise plus de solution rouge); on filtre et on mêle avec du sel ammoniac pur réduit en poudre. Il se forme une petite quantité d'ammoniaque et il se sépare un précipité d'un rouge cramoisi magnifique qui contient des quantités variables de magnésie. On le ramasse sur un filtre, on le dessèche au moyen de la machine pneumatique de Bunsen et on le fait bouillir dans l'eau avec un peu de solution concentrée de sel ammoniac. En répétant plusieurs fois cette opération (trois fois au moins), le précipité magnésien est obtenu pur. Pour s'en convaincre, on peut se servir du ferrocyanure de potassium, qui fait prendre une teinte plus foncée à la solution alcaline de la coralline lorsque celle-ci est impure, tandis qu'avec la coralline pure aucun changement de couleur ne se produit.

En décomposant ce précipité magnésien pur au moyen de l'acide chlorhydrique, la coralline qui se dépose immédiatement prend une forme cristalline, quoique peu distincte; en faisant recristalliser dans l'alcool ou l'acide acétique concentré, on obtient des cristaux parfaitement nets.

Lorsque, pour la préparation de la matière colorante de MM. Caro et Wanklyn, on emploie de la rosaniline ou de la fuchsine très-pure, il se dépose, pendant le refroidissement de la liqueur qu'on a fait bouillir pour décomposer la combinaison azotée, une faible partie du produit en cristaux bien développés qui ressemblent à ceux que la coralline forme dans l'alcool. Ces cristaux, que j'ai séparés mécaniquement de la grande masse de la matière colorante qui s'était déposée, m'ont servi pour faire l'analyse de cette substance et pour la détermination de son point de fusion.

La matière colorante de MM. Kolbe et Schmitt, lorsqu'elle est pure, cristallise dans l'alcool en longues aiguilles filamenteuses enchevêtrées les unes dans les autres et dont la couleur est d'un rouge écarlate d'un très-grand éclat. Ces cristaux formés dans l'alcool ne sont pas susceptibles d'être mesurés. Ceux, au contraire, que fournit l'acide acétique concentré sont de beaux prismes rouges par transparence et verts par réflexion. M. le docteur P. Groth, de Berlin, en a fait la mesure, et il a bien voulu m'en faire la communication suivante :

« Système rhombique; combinaison du prisme $p = \infty P$, d'un second prisme qui ne se laisse bien définir, de la troncature $b = \infty P \infty$ et, chez quelques-uns enfin, le dôme $q = P\infty$.

Les angles n'ont été déterminés qu'approximativement.

	D'après la mesure.	D'après le calcul.
$p : p$	= 123° 3′	123° 10′
$p : b$	= 118° 25′	
$q : q$	= 141° 5′	141° 2′
$q : b$	= 109° 29′	

D'où le rapport des axes suivant :

$$a : b : c = 0.541 : 1 : 0.354.$$

(c désignant l'axe vertical.)

Clivage très-net suivant oP. »

Cette matière colorante cristallisée, soit dans l'alcool, soit dans l'acide acétique, fond à 150° centigrades.

(Le point de fusion a été déterminé dans le tube capillaire avec de la substance pulvérisée.)

Les cristaux obtenus par les deux dissolvants sont très-excitables par l'électricité.

Les cristaux formés dans l'esprit de Vénus retiennent toujours une certaine quantité de ce liquide, dont il est très-difficile de les débarrasser; je n'ai donc analysé que la substance cristallisée dans l'alcool. Voici les résultats de cette analyse :

I. 0gr.1847 de substance (desséchée dans le vide sur de l'acide sulfurique) ont donné 0gr.4670 d'acide carbonique et 0gr.0887 d'eau, ce qui correspond à 0gr.1274 ou 68.96 pour 100 de carbone et 0gr.0099 ou 5.34 pour 100 d'hydrogène.

II. 0gr.3232 de la même substance ont fourni 0gr 8200 d'acide carbonique et 0gr.1575 d'eau, ce qui correspond à 0gr.2236 ou 69.19 pour 100 de carbone et 0gr.0175 ou 5.41 pour 100 d'hydrogène.

Ces nombres conduisent à la formule $C^{40}H^{38}O^{11}$.

	Résultat du calcul.		Résultat d'expérience. I.	II.
C^{40}	480	ou 69.18 p. 100.	68.96	96.19
H^{38}	38	ou 5.47 —	5.34	5.41
O^{11}	176	ou 25.35 —	25.70	25.40
	694	100.00	100.00	100.00

Cette formule peut facilement être mise d'accord avec celle de MM. Dale et Schorlemmer. On a, en effet,

$$2(C^{20}H^{14}O^{5}) + 5H^{2}O = C^{40}H^{38}O^{11}.$$

Dans leur deuxième publication sur ce sujet (1), MM. Dale et Schorlemmer font remarquer cette relation entre les deux équations, et, pour l'expliquer, ils admettent que la substance analysée par moi contenait encore de l'eau de cristallisation, tandis que la leur, ayant été séchée à 200 degrés, n'en contenait plus.

Pour pouvoir l'affirmer, il aurait fallu déterminer l'eau de cristallisation. Or, cela n'a pas encore été fait; l'assertion de MM. Dale et Schorlemmer n'est donc qu'une hypothèse qui, il est vrai, si elle venait à se confirmer, ramènerait à une simplicité merveilleuse la réaction en vertu de laquelle se forme la matière colorante, réaction que les deux chimistes expliquenà par l'équation :

$$3(C^{6}H^{6}O) + C^{2}O^{2} = C^{29}H^{14}O^{3} + 2H^{2}O.$$

Je ferai remarquer cependant, en passant, que la matière colorante de MM. Dale et Schorlemmer n'a pas le même point de fusion que la mienne : elle peut, disent-ils, être chauffée à 200 degrés sans fondre, tandis que la mienne fond à 156 degrés; de plus MM. Dale et Schorlemmer se sont servis d'un produit de commerce; de sorte qu'on peut douter que leur matière colorante soit identique avec la mienne.

Après cette digression nécessaire, je reviens à la matière colorante de MM. Kolbe et Schmitt, dont je vais décrire les propriétés.

Cette substance est peu soluble dans l'eau froide ; elle l'est davantage dans l'eau chaude. La solution est colorée en jaune; mais si l'on y ajoute un alcali, de l'ammoniaque ou une terre alcaline à l'état libre ou combinée avec l'acide carbonique, elle prend une magnifique couleur rouge et peut dissoudre de plus grandes quantités de matière colorante.

Si la substance n'est pas pure, la couleur de sa solution alcaline devient plus foncée par l'addition d'une solution de ferrocyanure de potassium. MM. Caro et Wanklyn attribuent ce fait à la leucocoralline qui s'y trouverait mêlée, et que le ferrocyanure changerait en coralline.

Cette raison cependant ne me paraît point nécessaire; car le phénol en dissolution alcaline devient aussi plus foncé par le contact avec le ferrocyanure de potassium [je l'ai constaté par des expériences spéciales (2)]. Cette coloration foncée pourrait donc aussi bien provenir du phénol qui se trouverait encore présent dans la solution.

Dans l'alcool, et surtout dans l'alcool bouillant, ainsi que dans l'éther et l'acide acétique (monohydraté), la substance se dissout facilement avec une couleur brune qui varie depuis le brun jaune jusqu'au brun foncé, suivant le degré de concentration de la solution. Elle est aussi assez soluble dans le phénol, qu'elle colore en brun.

Le chloroforme et la benzine n'en dissolvent que de très-petites quantités; elle est tout à fait insoluble dans le sulfure de carbone.

Je ne ferais que répéter des choses connues si je voulais donner ici une description complète des propriétés de cette matière colorante ; je me borne donc aux faits que je viens d'énumérer et que j'ai moi-même constatés. Parmi ces données, il en est quelques-unes sur lesquelles je ne suis pas d'accord avec MM. Kolbe et Schmitt. Tel est le point de fusion pour lequel j'ai trouvé 156 degrés et qui, d'après MM. Kolbe et Schmitt, serait à 80 degrés. Cette différence doit, selon moi, être attribuée à ce que la substance de MM. Kolbe et Schmitt contenait encore une quantité considérable de phénol, ce qui explique aussi pourquoi des chimistes ont trouvé une plus grande dose de carbone. Pour le restant, les données de MM. Kolbe et Schmitt se sont trouvées parfaitement exactes.

La matière colorante de MM. Caro et Wanklyn ressemble beaucoup, surtout lorsqu'elle est cristallisée, à celle de MM. Kolbe et Schmitt. Malheureusement, je n'en ai encore pu obtenir des cristaux susceptibles d'être mesurés.

---

(1) *Berichte der Berliner chemischen Gesellschaft*, t. IV, p. 971.

(2) Une solution de phénol dans l'ammoniaque ne fait que devenir plus foncée par le ferrocyanure de potassium; tandis que, si le phénol est dissous dans de la potasse ou de la soude, on obtient un précipité brun foncé, que je me réserve d'examiner d'une manière plus approfondie.

Le point de fusion de la substance cristallisée est à 158 degrés. (Il a été déterminé dans le tube capillaire.)

Son analyse a donné les résultats suivants :

I. $0^{gr}.0974$ de substance (desséchée dans le vide sur de l'acide sulfurique) ont donné $0^{gr}.2215$ d'acide carbonique et $0^{gr}.0490$ d'eau, ce qui correspond à $0^{gr}.0604$ ou 62.02 pour 100 de carbone et $0^{gr}.0054$ ou 5.58 pour 100 d'hydrogène.

II. $0^{gr}.2905$ de la même substance ont donné $0^{gr}.6633$ d'acide carbonique et $0^{gr}.1459$ d'eau, ce qui correspond à $0^{gr}.1809$ ou 62.27 pour 100 de carbone et $0^{gr}.0162$ ou 5.58 pour 100 d'hydrogène.

La formule déduite de ces nombres est $C^{26}H^{18}O^{10}$.

	Résultat du calcul.		Résultat d'expérience. I.	Résultat d'expérience. II.
C^{26}	312	ou 62.40 p. 100.	62.02	62.27
H^{28}	28	ou 5.60 —	5.59	5.58
O^{10}	160	ou 32.00 —	32.39	32.15
	500	100.00	100.00	100.00

Cette constitution diffère complétement de celle de la matière colorante de MM. Kolbe et Schmitt. Ces deux substances ne sont donc pas identiques. Elles se ressemblent toutefois par la manière dont elles se comportent avec les dissolvants, ainsi que par leur aspect et quelques-unes de leurs réactions. C'est à cause de ces analogies, sans doute, qu'elles ont été considérées jusqu'ici comme identiques.

Une autre différence importante entre les deux matières colorantes est celle-ci : La dissolution alcoolique de celle qui est obtenue par la rosaniline est décolorée par une solution de sulfate acide de soude, tandis que cela n'a pas lieu pour la matière colorante du phénol.

J'arive enfin à la constitution de ces matières colorantes (1). Malheureusement, les expériences que j'ai faites pour la déterminer ne m'ont pas donné de résultats satisfaisants, et je me vois obligé de renvoyer le lecteur à ce que j'ai dit sur ce sujet dans ma *Notice préliminaire*, n'étant pas en état de prouver suffisamment ce que je pourrais y ajouter de nouveau.

Je dirai seulement ici que je n'ai pu encore examiner plus à fond, sous ce rapport, la matière colorante de MM. Caro et Wanklyn, dont je crois seulement avoir prouvé la différence avec la coralline, et que je me réserve de faire ultérieurement les expériences qu'exige l'étude complète de ce corps.

En attendant que la constitution de la matière de MM. Caro et Wanklyn soit déterminée, il serait rationnel, selon moi, de l'appeler *pseudo-coralline*.

Résumons, en finissant, les résultats que nous venons d'exposer :

(1) Je ne peux m'empêcher d'émettre à cette place une hypothèse sur la constitution de la coralline qui se recommande au moins par sa simplicité. Losqu'on examine la composition, en centièmes, de la coralline trouvée par M. le docteur Sostenius, et qu'on observe que la condition nécessaire pour l'obtenir du phénol est l'action de l'oxyde de carbone naissant, on se croit fondé à conclure que la coralline est du phénol formylique, c'est-à-dire du phénol dans lequel 1 atome d'hydrogène est remplacé par 1 atome de phényle CHO, dont la formation s'expliquerait par la combinaison directe de cet atome d'hydrogène avec de l'oxyde de carbone naissant. La transformation se ferait donc d'après l'équation suivante :

$$\underbrace{C^6H^5OH}_{\text{Phénol.}} + CO = \underbrace{C^6\left\{\begin{matrix}H^4\\HCO\end{matrix}\right\}OH}_{\text{Coralline.}}$$

A cette formule de la coralline correspond la constitution en centièmes :

	Calculé.	Obtenu.
C^7	68.8	68.9
H^6	4.9	5.3
O^2	26.3	25.7
	100.0	100.0

qui se rapproche beaucoup de celle trouvée par Fresenius. H. Kolbe.

1° La matière colorante obtenue d'après le procédé Kolbe et Schmitt, au moyen de l'acide oxalique, de l'acide sulfurique et du phénol, est différente de celle qu'on retire de la rosaniline d'après la méthode Caro et Wanklyn (la pseudo-coralline).

2° La pseudo-coralline n'a point la composition que lui attribuent ses inventeurs; sa formule est $C^{26}H^{18}C^{10}$.

3° On peut, par la méthode Kolbe et Schmitt, retirer de l'anisol et du phénethol des matières colorantes semblables à celles que donne le phénol.

4° La formation de la coralline (d'après la méthode Kolbe et Schmitt) est due à l'oxyde de carbone naissant agissant sur l'acide sulfophénique.

5° C'est pour cette raison que l'acide sulfophénique donne aussi une matière colorante rouge lorsqu'on le traite avec de l'acide formique au lieu de l'acide oxalique.

Du sel marin contenu dans l'extrait de viande.

Par Justus Liebig.

(*Annales de chimie et de pharmacie*, avril 1872.)

Dans un article publié dans le n° 7 du *Journal de la Société générale des pharmaciens d'Autriche*, le docteur Richard Godeffroy affirme qu'ayant analysé la cendre de l'extrait de viande de Fray-Bentos, il y a trouvé 2 pour 100 de sel marin; et il ajoute que la présence de cette quantité de sel dans l'extrait de viande doit m'avoir été connue, bien que j'aie dit le contraire dans le tome CXL de ces *Annales*, où je déclare que l'addition de sel n'a d'autre but qu'une augmentation du poids de l'extrait au préjudice de l'acheteur, et doit être considérée comme fraude.

Je dirai au docteur Godeffroy que le fait avancé par lui, que l'extrait de viande contient 2 pour 100 de sel ordinaire, n'est nullement démontré. Il y a pu constater la présence du chlore, qui y entre, en effet, en quantité telle que, s'il était combiné au sodium, il donnerait un poids de sel égal aux 2 centièmes du poids de l'extrait; mais cela ne prouve pas le moins du monde que le chlore y soit réellement combiné au sodium.

Il est regrettable que le docteur Godeffroy ait négligé de lire mon article sur les éléments constitutifs des liquides de la viande, publié, il y a vingt ans, dans ces *Annales*, t. XLII, p. 257; il y aurait trouvé la justification de mon opinion que l'extrait de viande ne contient pas de sel marin.

Dans cet article, je m'exprime ainsi: « Lorsqu'on calcine l'extrait de viande, il laisse une cendre qui brûle, quoique difficilement, avec une flamme blanche. Cette cendre se dissout dans l'eau à un petit résidu près; elle se dissout dans l'alcool sans effervescence, ce qui prouve qu'elle ne contient pas de carbonates alcalins. En en poussant plus loin l'examen, on trouve qu'elle n'est formée que de phosphates alcalins et de *chlorures métalliques*. » Et plus loin, p. 340, j'ajoute: « L'extrait de la chair de tous les animaux est, ainsi que je l'ai dit, très-riche en potasse; il contient aussi du chlorure de potassium et des traces seulement de sel commun. »

Je savais donc évidemment que l'extrait de viande contient du chlore; mais, ce chlore, je n'ai pu le considérer comme combiné avec du sodium, c'est-à-dire comme étant à l'état de sel de cuisine, mais comme combiné au potassium; cela résulte d'une manière évidente de l'expérience suivante, décrite dans le même article, p. 324:

Si, à de l'extrait de viande dont on a précipité les sels d'inosine par l'alcool, on ajoute une nouvelle quantité d'alcool égale à cinq fois son volume, il se divise en deux couches, dont l'une, épaisse et sirupeuse, est la vingtième partie de l'autre et occupe le fond du vase.

Dans cette couche épaisse et sirupeuse, il se forme, à la température de — 5 degrés, une grande quantité de prismes transparents à quatre pans, que l'analyse fait reconnaître comme du *chlorure de potassium* pur; chauffés, ils fondent sans se noircir; leur solution aqueuse donne avec du chlorure de platine un précipité jaune, et l'eau-mère additionnée d'alcool ne révèle pas de trace de *chlorure de sodium et de gélatine.*

Ces résultats montrent bien que le chlore est contenu dans l'extrait de viande non à l'état de chlorure de sodium, mais à l'état de chlorure de potassium ; c'est donc ce dernier et non le sel marin que j'ai dû signaler comme un élément de l'extrait de viande. — Dans des questions de ce genre, il faut s'attacher aux faits et ne pas s'en écarter.

La présence du chlorure de calcium dans l'extrait de viande est certainement un fait singulier, car l'extrait contient aussi du sodium ; j'en ai déterminé les proportions (même article, p. 341) pour l'extrait de viande de poulet, de bœuf, de cheval, de renard et de brochet; le sodium s'y trouve donc sans doute à l'état d'une autre combinaison.

La quantité de chlore que renferme l'extrait de viande varie, ainsi que ses autres éléments incombustibles, avec les saisons, l'âge, et, je crois aussi, avec le sexe des animaux.

Certains extraits peuvent d'ailleurs contenir du sel sans qu'on l'y ait ajouté à dessein ; il peut provenir de l'eau qui a servi à sa fabrication. Même l'eau de source très-pure en contient de très-petites quantités qui s'accumulent dans l'extrait de viande et y acquièrent des proportions sensibles.

L'eau des grands fleuves de l'Amérique du Sud, ainsi que celle de l'Uraguay dont on fait usage à Fray-Bentos, est sous ce rapport presque aussi pure que l'eau de pluie.

L'appréciation d'un extrait de viande dépend d'une foule de considérations auxquelles on n'a presque pas à s'arrêter lorsqu'il s'agit de produits destinés à d'autres usages que ceux de la cuisine ou de la pharmacie. Il faut en connaître la provenance, et il faut avoir la certitude qu'on n'y a employé que de la viande d'animaux sains et que la préparation en a été faite avec la plus grande propreté et les plus grands soins.

La Société de Fray-Bentos n'a épargné aucun sacrifice pour offrir sous tous ces rapports toutes les garanties désirables. En remplacement de mon ancien adjoint, M. Seekamp, la direction de la fabrique d'extrait de viande de Fray-Bentos est confiée à M. le docteur Kemmerich (élève du célèbre physiologiste Pfluger, de Bonn, et connu lui-même par plusieurs excellents travaux sur la physiologie), qui est un médecin intelligent, expérimenté, et parfaitement compétent en cette matière.

Depuis cette même époque, la Société a fait, en outre, avec des frais énormes, enclore de fil de fer une aire d'environ huit lieues carrées anglaises, couverte d'une riche verdure et traversée par des cours d'eau, qui procure aux animaux, souvent épuisés par un long voyage, de l'espace, du fourrage, de la récréation et du repos.

Je dois ajouter enfin que l'extrait de viande de Fray-Bentos est fait avec du bœuf et non avec du mouton.

L'introduction dans le commerce de l'extrait de viande de mouton a rencontré tant de difficultés qu'on a dû y renoncer. Je l'ai beaucoup regretté, car l'extrait de cette viande a un excellent goût et serait sans doute agréé par les consommateurs. En Angleterre, le bouillon de mouton (*mutton broth*) est très-estimé par les médecins.

La fabrique de Fray-Bentos consomme 400 à 500 bêtes à cornes par jour. Pour fournir la même quantité d'extrait, il faudrait 7 à 900 moutons, nombre qu'on ne pourrait pas se procurer sur un même endroit pour une fabrication prolongée. En outre, dans un pays où la main-d'œuvre est de 10 francs par jour, le seul écorchage et la séparation de la viande d'un si grand nombre d'animaux de petite taille entraînent des frais si considérables que le produit revient à un prix qui en rend la vente impossible.

LEÇONS SUR LES MATIÈRES COLORANTES.

Par le docteur CRACE CALVERT,
Membre de la Société royale de Londres, membre correspondant de la Société industrielle de Mulhouse, membre honoraire de la Société de pharmacie de Paris, etc., etc.

QUATRIÈME LEÇON.

(SUITE ET FIN. — Voir *Moniteur scientifique*, décembre 1871, janvier et mars 1872.)

QUERCITRON. — FUSTET. — GRAINE DE PERSE. — GAUDE. — ALOÈS. — CURCUMA. ROCOU. — NOIX DE GALLE. — SUMAC. — CACHOU.

QUERCITRON. — Le quercitron s'obtient de l'écorce d'un chêne particulier appelé *Quercus nigra* ou *Quercus tinctoria*. On trouve cet arbre en grande quantité aux États-Unis, principalement dans les forêts de la Pensylvanie, de la Géorgie et des deux Caroline. Un chimiste du nom de Bancroft l'importa pour la première fois en Angleterre en 1775. Les qualités les plus estimées nous viennent de Philadelphie, de New-York et de Baltimore. L'écorce détachée de l'arbre est séchée et réduite en poudre dont la valeur varie en raison inverse de la finesse, les parties de l'écorce qui contiennent peu de matières colorantes étant beaucoup plus facilement pulvérisées.

M. Chevreul est le premier chimiste qui ait examiné cette matière colorante; il trouva qu'elle contient un tannin particulier qui, depuis, a reçu le nom d'acide *quercitannique*, et un principe colorant jaune appelé par lui *quercitrine*, et qui, depuis, a reçu de M. Bolley le nom d'acide *quercitrique*.

M. Chevreul obtenait la quercitrine en traitant l'écorce de quercitron par l'eau bouillante; en laissant reposer cette dissolution aqueuse, le principe colorant se déposait sous la forme de cristaux.

M. Bolley traite l'écorce par l'alcool et précipite le tannin par la gélatine; la dissolution alcoolique evaporée donne du quercitron sous la forme de cristaux incolores, qui prennent une coloration jaune sous l'influence oxydante de l'air.

Le quercitron prend avec les alcalis une teinte brune, mais sa propriété caractéristique est de donner un brillant précipité jaune avec le proto-chlorure ou l'oxymuriate d'étain.

Il y a quelques années, M. Rigaud découvrit qu'en faisant bouillir du quercitron dans de l'eau contenant 10 pour 100 d'acide sulfurique, il se décompose en glucose et en quercitrine, ainsi que le montre la formule suivante :

$$C^{36}H^{40}O^{21} + 2H^2O = 2(C^6H^{12}O^6) + C^{24}H^{20}O^{11}.$$

La quercitrine est une poudre cristalline d'une couleur jaune citron, d'une teinte beaucoup plus vive que le quercitron. Elle est insipide, insoluble dans l'eau froide, légèrement soluble dans l'eau chaude et complétement soluble dans l'alcool. Elle se dissout aussi dans les alcalis auxquels elle communique une teinte jaune orangé. Sa dissolution alcoolique donne un précipité orangé avec les sels de chaux, de baryte et de plomb. Elle prend une coloration orangé avec le perchlorure de fer.

Le quercitron donne sur laine une belle couleur jaune avec les sels d'étain additionnés d'alun ou de crème de tartre. Cependant, l'importance de cette matière colorante a beaucoup diminué depuis quelques années, les couleurs produites prenant une teinte rouge lorsqu'elles sont exposées à l'air.

On importe d'Amérique, sous le nom de *flavine*, une préparation qui peut être considérée comme de la quercitrine commerciale. On la prépare maintenant en Angleterre d'après les deux procédés suivants.

Le premier consiste à faire bouillir 500 kilogrammes d'écorce de quercitron avec 25 kilogrammes de soude cristallisée dans 10,000 litres d'eau environ. Après un quart d'heure d'ébullition on ajoute 120 kilogrammes d'acide sulfurique concentré. On maintient la température au point d'ébullition pendant deux heures, au bout desquelles on filtre à travers de la

laine, on lave ensuite jusqu'à ce qu'on ait enlevé toute trace d'acide, on presse et on sèche.

Le second procédé, que je considère comme le meilleur, consiste à faire bouillir pendant deux heures 100 parties d'écorce de quercitron avec 300 parties d'eau et 15 parties d'acide sulfurique. On lave, on presse et on sèche comme dans le premier procédé. 100 parties d'écorce de quercitron donnent 85 parties de flavine dont le pouvoir colorant est égal à celui de 250 parties de quercitron.

La flavine n'est pas très-employée dans l'impression des tissus et dans la teinture en jaune. Elle est principalement employée pour communiquer une teinte orangé aux rouges produits par la garance.

Le meilleur procédé pour déterminer la valeur d'un échantillon de quercitron ou de flavine consiste à teindre du calicot mordancé comme pour la garance.

Bois jaune (*old fustic*). — L'arbre qui produit le fustic porte le nom de *morus tinctoria*. On le trouve au Brésil, au Mexique, à la Jammaïque, à Cuba et dans les autres îles des Indes occidentales. Ce bois arrive en Europe sous la forme de bûches de grandeur variable. Les teinturiers préfèrent celles qui sont les plus dures et qui possèdent à l'extérieur une belle teinte jaune orangé.

Dans ce cas encore, M. Chevreul est parvenu le premier à isoler les deux matières colorantes que le bois contient, et qu'il appela morin blanc et morin jaune. Elles ont reçu depuis les noms d'acide morintannique et d'acide morique.

Pour les extraire, on fait bouillir deux fois le fustic pulvérisé dans de l'eau.

On concentre jusqu'à ce que la dissolution devienne sirupeuse. Quelques jours après il se forme des cristaux qu'on lave rapidement à l'eau froide. Pour séparer les deux principes colorants, la masse est traitée par l'eau bouillante qui ne dissout que l'acide morintannique. L'acide morique insoluble est traité par l'acide chlorhydrique faible pour le séparer des sels de chaux auxquels il pourrait être mélangé. On le dissout ensuite dans l'alcool, et par évaporation on l'obtient sous la forme d'aiguilles jaunes. Pour l'obtenir complétement pur il faut le faire cristalliser deux ou trois fois.

L'acide morintannique est soluble dans l'alcool, il a pour fourmule : $C^{13}H^{10}O^{6}$. Il donne un précipité brun foncé avec le sulfate de protoxyde de fer, et avec les sels de chaux un précipité jaune, soluble dans l'acide acétique. Les alcalis concentrés le décomposent. Lorsqu'on fait bouillir l'acide morintannique avec du zinc et de l'acide sulfurique, la dissolution prend une coloration d'un rouge vif, due à la transformation de l'acide morintannique en deux substances très-intéressantes, la *phloroglucine* et la *machromine*.

L'acide morique est soluble dans l'alcool et dans l'éther, insoluble dans l'eau et le bisulfure de carbone. Il est soluble dans les alcalis auxquels il communique une coloration jaune. On peut le précipiter de cette dissolution par l'addition d'un acide. Le perchlorure d'étain communique à la dissolution alcoolique d'acide morique une teinte vert olive. Enfin l'acide morique donne un précipité jaune par les sels de zinc, d'étain, de plomb, d'alumine, et un précipité vert foncé par les sels de cuivre. Il a pour formule $C^{12}H^{8}O^{5}$.

Le bois jaune est principalement employé pour teindre la laine en jaune ou en vert olive. On mordance avec un sel d'alumine pour obtenir les jaunes et avec un sel de fer pour obtenir les verts. En employant les sels de cuivre et d'autres mordants, on peut faire varier les teintes. Le bois jaune est très-employé en teinture, mais son usage est limité dans l'impression des tissus.

Fustet (*young fustic*). — Le fustet provient d'un arbre connu en botanique sous le nom de *Rhus cotinus*. On le trouve aux Indes occidentales, en France et dans les pays du sud de l'Europe. Il a la forme de bûches ou de petites branches tordues.

Le fustet contient un tannin et trois principes colorants, le premier rouge, le deuxième brun et le troisième jaune. La matière colorante jaune a été isolée, elle porte le nom de fustine; elle est soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther. Les alcalis communiquent à sa dissolution une belle teinte orangé. Exposée à l'air, elle prend une coloration orangé. Une décoction de fustet est modifiée par l'air et les alcalis comme une dissolution du principe colorant. La fustine donne un beau précipité orangé par l'eau de chaux, l'eau de baryte et le chlorure d'étain; un précipité vert olive par le sulfate de peroxyde de fer.

Le fustet teint la laine mordancée avec un sel d'alumine en orangé, mais cette couleur est facilement altérée par l'air. On le mélange souvent à la cochenille pour communiquer au rouge une teinte orangé. On l'emploie en grande quantité en Turquie et dans le Tyrol pour donner aux cuirs une couleur jaune.

Graine de Perse. — La graine de Perse est très-employée dans la teinture de la laine et des tissus laine et coton, dans l'impression des tissus et des papiers de tentures et dans la préparation des cuirs.

La graine de Perse est le fruit d'un arbre qui croît spontanément en France, en Espagne, en Turquie et en Perse. Généralement ces graines sont cueillies avant d'être complétement mûres. Elles ont la forme de petits pois ridés, d'une couleur jaune verdâtre. La graine de Perse ne doit être employée que lorsqu'elle a été récemment cueillie; au bout de deux ou trois ans elle perd beaucoup de sa valeur, ne donnant pas à la teinture des couleurs aussi brillantes. Celles dont la coloration jaune est plus intense sont de qualité inférieure. On les trouve dans le commerce sous les noms de graine d'Avignon, graine d'Espagne, graine de Turquie et graine de Perse.

La graine de Perse est de qualité supérieure, elle provient du *Rhamnus amygdalinus*.

Une décoction de graine de Perse prend, en présence des alcalis, une coloration jaune orangé qui ne change pas par les acides. L'eau de chaux produit une teinte verdâtre, le sulfate de peroxyde de fer une teinte jaune verdâtre, et le chlorure d'étain une coloration jaune verdâtre accompagné d'un faible précipité.

Sir Robert Ranc réussit, il y a quelques années, à extraire, en traitant la graine de Perse par l'éther, une substance que l'on obtient sous la forme de beaux cristaux à reflet doré, et à laquelle il donna le nom de *chrysorhamnine :* sa formule est $C^{23}H^{11}O^{11}$. Il remarqua que, lorsqu'une dissolution de ce composé est chauffée à l'air en présence d'un agent oxydant, il se forme une nouvelle substance, la *xanthorhamnine* qui a pour formule $C^{23}H^{12}O^{14}$.

Depuis cette époque, plusieurs chimistes et entre autres Gellaty, Bolley, Lefort et Shutzemberger ont étudié la composition et les propriétés de ces matières colorantes. En 1866, Lefort parvint à isoler de la graine de Perse deux matières colorantes qu'il appela *rhamnagine* et *rhamnine*. La rhamnagine est soluble dans l'eau, tandis que la rhamnine est une poudre jaune amorphe et insoluble. Dans ses dernières recherches publiées en 1869, Lefort découvrit que la composition de la rhamnagine est identique à celle de la rhamnine et qu'il ne se produit dans la transformation de la rhamnagine en rhamnine qu'un changement moléculaire comme dans la conversion de l'amidon en dextrine. L'analyse lui a donné la formule commune $C^{24}H^{32}O^{14}$. Les recherches de Schutzenberger prouvent que par l'action de l'acide sulfurique faible, la rhamnagine est décomposée en un sucre particulier et en une substance à laquelle il donna le nom de *rhamnatine*, ce qui démontre que la rhamnagine est un glucoside. L'équation suivante explique cette décomposition :

$$C^{24}H^{32}O^{14} + 3H^2O = C^{12}H^{10}O^5 + 2(C^6H^{14}O^6).$$

Les résultats font supposer que le véritable principe colorant est la rhamnagine et que la rhamnine et la rhamnatine, qui sont insolubles dans l'eau, ne sont que des produits de la décomposition.

Les décoctions de graine de Perse sont employées dans les fabriques d'indienne pour produire des jaunes et des verts genre vapeur, sur des tissus préparés à l'étain. Pour obtenir des jaunes, l'extrait est melangé, soit avec du sulfo-acétate d'alumine, soit avec du muriate d'étain. Le mélange est épaissi, imprimé et vaporisé. Pour produire du vert, on ajoute du prussiate d'étain, on épaissit, on imprime et on vaporise. Le jaune et le bleu ainsi formé produisent du vert. Les décoctions de graine de Perse entrent facilement en fermentation et deviennent visqueuses; on peut éviter cette décomposition par l'addition d'une petite quantité d'acide phénique.

En Hollande, on produisait avec une décoction de graine de Perse une belle laque jaune dont la fabrication a été longtemps secrète. Le procédé consiste à ajouter du carbonate de chaux pur à la décoction. Le sel de chaux et la matière colorante forment un précipité qu'il suffit de sécher à l'ombre.

Gaude. — La gaude est une plante herbacée connue en botanique sous le nom de *réséda luteola*. On la cultive en France et en Angleterre. Elle contient une matière colorante que l'on peut fixer sur laine par l'alun : la couleur produite est très-brillante et très-solide, elle résiste à la lumière, à la chaleur et aux acides. Les alcalis la font virer à l'orangé. La matière colorante, la *lutéoline*, fut extraite par M. Chevreul, qui l'obtint en cristaux transparents. Par l'action d'agents oxydants, comme le bichromate de potasse, elle prend une magnifique coloration jaune. M. Moldenhauer a donné à la lutéoline la formule $C^{20}H^{14}O^8$. Elle est peu soluble dans l'eau, très-soluble dans l'alcool, elle se dissout sans décomposition dans l'acide sulfurique concentré et prend une belle coloration verte par le perchlorure de fer. M. Schutzenberger, dans des recherches récentes sur la lutéoline, a découvert que si l'on chauffe une dissolution aqueuse dans des tubes scellés, à une température de 250 degrés, elle se décompose en *lutéoline* pure et en résine; la lutéoline cristallise sur les parois du tube et la résine se précipite.

M. Schutzenberger découvrit aussi qu'en portant à l'ébullition une décoction de graines du réséda luteola avec de l'acide sulfurique faible, il se produit une nouvelle matière colorante qui possède un grand pouvoir colorant et qui donne des teintes beaucoup plus pures.

Aloès. — L'aloès est importé en Europe de Bombay, des îles Barbades, de la Jamaïque et du cap de Bonne-Espérance sous la forme de masses résineuses. On l'obtient en faisant sécher le suc de plusieurs variétés d'aloès appartenant à la famille des asphodèles.

Le docteur Stenhouse est parvenu à extraire de l'aloès deux composés : l'un qui cristallise en aiguilles prismatiques jaunes, il a reçu le nom d'aloïne. L'aloïne a pour formule $C^{17}H^{18}O^7$, elle est soluble dans l'eau froide et dans les alcalis, qui communiquent à sa dissolution une coloration orangé. Elle possède une saveur très-amère.

Le second composé peut être considéré comme la résine de l'aloès, il a reçu le nom d'aloétine. Le docteur Stenhouse a encore extrait de l'aloès une matière colorante jaune, l'acide *chrysammique*. On le prépare en chauffant au bain-marie huit parties d'acide nitrique et une partie d'aloès. Lorsque l'effervescence a cessé, on ajoute une seconde partie d'aloès et l'on chauffe jusqu'à ce qu'il ne se forme plus d'acide hypoazotique. On jette alors la masse dans de l'eau et l'acide chrysammique se sépare sous la forme d'un précipité floconneux; on lave ensuite jusqu'à ce qu'il prenne une belle couleur violette. L'acide chrysammique a pour formule $C^7H^2\,2(NO^2)\,O^2$. Il est soluble dans l'alcool et dans l'éther. Quoique peu soluble dans l'eau, il lui communique une magnifique coloration violette. Son pouvoir colorant est considérable; M. Saac est parvenu à produire avec l'acide chrysammique une grande variété de teintes; il est possible qu'un jour à venir on puisse l'employer dans l'industrie.

Curcuma. — Le curcuma est la racine du *curcuma tinctoria* que l'on trouve en abondance aux Indes orientales, et principalement à Bombay, à Java, à Batavia et aux îles Barbades. Les qualités supérieures proviennent de Bombay. On le trouve dans le commerce sous la forme d'une belle poudre possédant un remarquable reflet violet et une odeur très-prononcée. Vogel et Pelletier ont extrait la matière colorante du curcuma à laquelle ils ont donné le nom de *curcumine*; mais c'est à M. Lepage que l'on doit le meilleur procédé d'extraction de la curcumine. La racine est traitée par du sufure de carbone qui dissout une huile volatile et une matière résineuse. Après l'avoir séchée, on la traite par une dissolution alcaline qui dissout la curcumine; pour obtenir ce principe colorant, on ajoute un acide à la dissolution et la curcunnine se précipite; on la recueille, et après l'avoir séchée on la dissout dans de l'éther, on obtient par évaporation de la curcumine pure. On emploie rarement le curcuma en teinture, les couleurs que l'on obtient avec cette matière colorante sont trop facilement altérées par les alcalis. Cette réaction est si sensible que les chimistes emploient souvent le curcunna pour reconnaître, dans une dissolution, la présence des alcalis, et, ce qui est assez curieux, de l'acide borique.

Rocou. — Le rocou est préparé avec la pulpe de la graine du *Bixa orcellana,* que l'on trouve dans l'Amérique du Sud. On l'importe du Mexique, des Antilles et principalement de Cayenne en masses couvertes de feuilles, pesant de 1 à 8 kilogrammes. On le trouve aussi en barils d'un poids de 2 à 300 kilogrammes sous la forme d'une pâte homogène ayant la con-

sistance du beurre et possédant souvent une odeur repoussante d'urine. On ajoute en effet de l'urine à cette pâte pour la conserver humide et pour lui communiquer une teinte plus brillante. A Cayenne, lorsque le fruit du bixa est mûr, on le recueille et on le laisse macérer dans l'eau pendant plusieurs semaines. La pulpe se sépare de la graine et on obtient la matière colorante en exprimant à travers un tissu. On évapore ensuite le liquide et l'on fait sécher à l'ombre. La pâte ainsi préparée est d'une qualité inférieure, la masse en se décomposant produit des composés nuisibles à la teinture.

L'analyse suivante donne la composition de cette qualité de rocou :

Eau	72.35
Feuilles	3.75
Amidon, mucilage et parties fibreuses	18.30
Matière colorante	5.60
	100.00

Il y a une trentaine d'années, M. Du Montel perfectionna à Cayenne la fabrication du rocou en ajoutant à l'eau un composé chimique destiné à prévenir la fermentation. Par ce procédé on obtient le rocou en poudre très-fine possédant une magnifique couleur rouge.

La dissolution alcaline de rocou donne un précipité orangé par les acides, l'alun et le sulfate de protoxyde de fer ; un précipité brun jaunâtre par les sels de cuivre et un précipité jaune citron par les sels d'étain.

La matière colorante du rocou a été étudiée par MM. Chevreul, Kerndt et Bolley. Elle contient deux principes colorants : le premier est jaune, soluble dans l'eau et dans l'alcool, insoluble dans l'éther. Il teint en jaune les tissus mordancés par l'alun. Il a reçu le nom d'*orelline* : sa formule est $C^{12}H^{22}O$. D'après Kerndt, l'orelline ne serait qu'un produit de la décomposition du second principe colorant, la *bixine*, qui a pour formule $C^5H^6O^2$.

M. Bolley donne le procédé suivant pour obtenir la bixine : On porte à l'ébullition dans l'alcool, après l'avoir préalablement lavée et séchée, une bonne qualité de rocou de Cayenne. La dissolution alcoolique est évaporée à siccité, on reprend par l'éther qui dissout une partie du résidu, et l'on obtient par une nouvelle évaporation une poudre rouge insoluble dans l'eau, soluble dans l'eau de savon et dans les alcalis auxquels elle communique une coloration orangé qui vire au bleu foncé par l'addition d'acide sulfurique..

Le rocou est employé en Angleterre pour colorer le beurre. Son emploi dans l'impression des tissus et dans la teinture est assez limité. On l'utilise pour faire varier certaines teintes de jaunes produits par le fustet ou le quercitron et pour former un fond aux tissus teints par le carthame ou la cochenille. Dans la fabrication des couleurs orangé genre vapeur, le rocou a été remplacé par l'aurine, dérivé de l'acide phénique. On l'emploie cependant quelquefois pour teindre le coton. A cet effet on trempe l'écheveau dans une dissolution alcaline de rocou ; on passe en bain d'acide sulfurique faible qui précipite la bixine sur la fibre. Il suffit ensuite de laver l'écheveau. Lorsqu'on veut obtenir une teinte jaune orangé, on mordance le coton avec un sel d'étain.

Ilixanthine. — L'ilixanthine est la matière colorante obtenue par le docteur Schunck des feuilles du *polygonum fagopyrum* (sarrasin). Elle a pour formule $C^{30}H^{20}O^{20}$; elle est peu soluble dans l'eau, soluble au contraire dans l'alcool. L'acide sulfurique fait virer la teinte au jaune foncé sans décomposer la matière colorante. Elle donne sur coton mordancé par l'alumine un jaune foncé ; par l'étain, un jaune clair, et par l'oxyde de fer des teintes variant du jaune au brun, selon la force du mordant.

Lo-kao. — En 1851, l'attention des chimistes fut appelée sur des échantillons d'une matière colorante verte importée de Chine. En 1853, MM. Guinon de Lyon employèrent le lo-kao dans la teinture de la soie. Les couleurs obtenues vert Vénus, vert azof, vert lumière, étaient très-brillantes et conservaient leur teinte verte à la lumière artificielle ; cependant le lo-kao n'est pas employé industriellement, depuis la découverte de MM. Guinon, Marnas et Bonnet. Ces chimistes parvinrent à produire des verts conservant aussi leur teinte verte à la lumière artificielle, en teignant d'abord la soie en bleu de Prusse et en la faisant ensuite passer dans un bain d'acide picrique. Tous ces verts ont été remplacés par les verts d'aniline.

Le lo-kao est la seule matière colorante capable de produire sous l'influence de divers agents chimiques, les sept couleurs du spectre.

M. Charvin de Lyon a extrait aussi le lo-kao d'une herbe que l'on trouve en Europe, le *Rhamnus catharticus*. La chambre de commerce de Lyon lui décerna une médaille d'or pour sa découverte (1).

Matières astringentes. — Les matières astringentes peuvent se diviser en deux classes, l'une qui donne un précipité noir bleuâtre avec les sels de peroxyde de fer, l'autre qui prend une coloration verte avec les mêmes réactifs. La première comprend la noix de galle, le sumac, le dividivi, les myrobolans et les gallons du Levant; la seconde, le cachou, le gambir et la gomme kino.

Les matières colorantes de la première série renferment deux acides principaux, l'acide tannique et l'acide gallique.

Acide tannique. — L'acide tannique est le composé le plus important de toutes les substances astringentes; M. Pelouze l'obtint, il y a quelques années, par le procédé suivant : On traite la noix de galle, grossièrement pulvérisée, par l'éther dans un appareil à déplacement continu; l'éther employé doit être mélangé d'un dixième de son poids d'eau. Lorsqu'on laisse déposer la dissolution, il se produit deux couches distinctes, une couche supérieure d'éther presque pur et une couche inférieure composée d'une dissolution aqueuse de tannin qu'il suffit d'évaporer au bain-marie pour obtenir l'acide tannique sous la forme d'une masse spongieuse, inodore, possédant un goût astringent très-prononcé et d'un blanc légèrement jaunâtre.

L'acide tannique est soluble dans l'eau et dans l'alcool, insoluble dans l'éther. Il donne un précipité bleu noirâtre avec les sels de peroxyde de fer, un précipité blanc avec l'émétique et les sels de plomb. La gélatine et les alcaloïdes précipitent aussi le tannin, et ce précipité devient noir sous l'influence de l'air ou des alcalis.

L'acide tannique est un glucoside que les acides décomposent en un sucre particulier et en acide gallique, ainsi que le montre l'équation suivante :

$$C^{27}H^{22}O^{17} + 4H^2O = 3(C^7H^6O^5) + C^6H^{12}O^6.$$

Acide gallique. — L'acide gallique se présente sous la forme d'aiguilles soyeuses blanches, il est soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther. Sous l'influence d'une température de 210 degrés, il se décompose en acide carbonique et en un composé cristallin blanc, l'acide pyrogallique que l'on emploie en grande quantité dans les ateliers de photographie. Si l'on dépasse cette température, l'acide gallique se décompose en acide carbonique, en eau et en acide *gallhumique*. La première de ces décompositions peut se représenter par la formule

$$C^7H^6O^5 = CO^2 + C^6H^6O^3$$

et la seconde par :

$$C^7H^6O^5 = CO^2 + H^2O + C^6H^4O^2.$$

L'acide gallique peut être préparé artificiellement en traitant l'acide bi-iodosalycique par la potasse.

L'acide sulfurique transforme l'acide gallique en acide rufigallique, dont la formule est $C^7H^4O^4$. En présence des alcalis et au contact de l'air, l'acide gallique, comme les acides pyrogallique et tannique et plusieurs autres substances, absorbe rapidement l'oxygène. Ce fait fut découvert par M. Chevreul en 1820. En 1838, Liebig appliqua cette propriété pour déterminer la quantité d'oxygène contenu dans un mélange de gaz. Ce procédé ne peut donner qu'un résultat approximatif, ainsi que je l'ai prouvé en 1863; il se forme dans ces circonstances de l'oxyde de carbone qui augmente le volume du gaz.

L'acide gallique donne un précipité noir avec les sels de peroxyde de fer, mais il n'en donne pas avec la gélatine.

Les matières qui renferment du tannin, l'écorce de chêne par exemple, sont employées dans le tannage des peaux. La matière animale se transforme peu à peu en gélatine qui se combine avec l'acide tannique pour produire un composé insoluble. Le composé remplit les pores du tissu animal et non-seulement prévient la putréfaction, mais le rend imperméable

(1) Voir plus loin l'analyse du lo-kao, p. 394.

à l'eau. La valeur des matières employées dépend de l'acide tannique qu'elles renferment, l'acide gallique ne jouant aucun rôle dans cette opération.

Les substances qui renferment du tannin, comme la noix de galle, le sumac ou l'écorce de chêne, contiennent un ferment qui est susceptible de décomposer l'acide tannique en sucre et en acide gallique. Il faut donc que le tanneur prenne les plus grands soins pour éviter la fermentation des cuves. Quelques millièmes d'acide phénique suffisent pour empêcher la réaction chimique, sans nuire en rien aux diverses opérations.

Les substances astringentes produisent des noirs sur les tissus mordancés avec le peroxyde de fer. J'ai recherché, il y a quelques années, si l'acide tannique ou l'acide gallique produisait le noir ou s'ils participaient tous les deux à sa formation, et j'ai démontré que l'acide tannique seul produit le noir; en effet, en teignant deux pièces de calicot mordancées par l'oxyde de fer, l'une dans une dissolution d'acide tannique, l'autre dans une dissolution d'acide gallique, les deux pièces en sortant du bain sont noires. Si au contraire on laisse les deux pièces pendant quelques jours dans leur bain de teinture, le tissu à l'acide tannique seul reste noir, l'autre est complétement décoloré. L'acide gallique a réduit le peroxyde de fer en protoxyde qui ne produit pas de coloration noire.

L'acide gallique n'ayant aucune valeur comme principe colorant, il faut avoir soin de conserver parfaitement sèches les matières contenant du tannin afin d'éviter la fermentation qui transformerait une partie de l'acide tannique en acide gallique et en sucre. Il faut aussi que l'industriel ait soin de ne pas avoir un stock considérable de matières tannantes, car la fermentation a toujours lieu lentement. Le sumac, par exemple, perd beaucoup de sa valeur lorsqu'on le conserve quelque temps.

Voici quelles sont les différentes matières colorantes qui renferment de l'acide tannique.

Noix de galle. — La noix de galle est la plus importante de toute cette série. Elle est produite par la femelle d'un insecte, le *cynips*, qui perce l'écorce des jeunes branches du *quercus infectoria* et y dépose ses œufs. Il se forme alors une excroissance ayant la forme de boules sphériques ou ovoïdes et une teinte verte ou jaune. Après l'éclosion des œufs, l'insecte subit plusieurs transformations, et si l'on ne cueille pas la noix, il fait un trou et sort. Les bonnes qualités de noix de galle ne sont pas percées, elles sont plus lourdes et ont une coloration verte. Si l'insecte est sorti, elles sont jaunes et de qualité inférieure.

On distingue les noix de galle dans le commerce par le nom des différents pays d'où elles proviennent. Les noix de galle d'Aleppo sont de première qualité; viennent ensuite les noix de galle de Morée, de Smyrne, etc.

L'analyse suivante donne la composition d'une noix de galle de bonne qualité :

Acide tannique	65 pour 100.
Acide gallique	2 —
Acide ellagique / Acide lutéo-gallique	2 —
Chlorophylle et huiles volatiles	0.7 —
Matière brune	2.5 —
Gomme	2.5 —
Amidon	2 —
Ligneux	10.5 —
Sucre, albumine et cendres	1.3 —
Eau	11.5 —
	100.0 pour 100.

La noix de galle est employée pour produire des noirs sur soie, dans la préparation du rouge turc et dans la fabrication de l'acide pyrogallique pour la photographie. De toutes les matières astringentes, la noix de galle est la seule qui puisse être employée pour la préparation de cet acide.

Une qualité inférieure de noix de galle provenant du *quercus rubur* se trouve en Hongrie, en Styrie, en Croatie et dans le Piémont. On l'emploie pour tanner les cuirs.

Sumac. — Le sumac, ainsi que l'a démontré le docteur Stenhouse, est la seule substance

dont le principe tannique soit identique à celui de la noix de galle. Il contient cependant de plus grandes quantités d'acide gallique et un principe jaune soluble.

Le sumac se trouve dans le commerce sous la forme d'une poudre grossière obtenue en broyant les jeunes branches et les feuilles de plusieurs variétés de la famille des *Térébinthacées*. L'arbre dont on extrait la plus grande partie de sumac est le *rhus coriaria*, que l'on trouve en Italie, en Sicile, en France, en Espagne et en Portugal. Cet arbrisseau, d'une hauteur de 5 mètres, pousse dans les sols les plus arides. Les branches et les feuilles sont recueillies une fois par an.

Le sumac est souvent falsifié avec du sable ou des feuilles d'autres plantes. Il est facile de découvrir la première de ces additions en versant dans de l'eau le produit suspect, le sable, d'une densité plus grande, tombe au fond du liquide. Je décrirai plus loin le procédé employé pour doser le tannin.

Les extraits de sumac sont employés dans l'impression des tissus pour produire des jaunes avec l'acétate d'étain, des gris et des noirs avec les mordants de fer, et des jaunes foncés avec le sulfate de zinc. On les emploie aussi dans la teinture de la laine, mais les noirs obtenus sont moins beaux que ceux que produit la noix de galle.

Le sumac est d'un prix trop élevé pour pouvoir être employé dans le tannage des peaux. On l'utilise cependant pour teindre légèrement les cuirs légers employés dans la reliure.

Gallons du Levant. — Les gallons du Levant sont le fruit du *quercus ægilops* que l'on trouve dans les îles de l'Archipel et sur le côtes de l'Asie-Mineure. Ils sont employés dans le tannage des peaux et pour falsifier la garancine.

Divi-divi. — Le divi-divi s'obtient du *cæsalpinia coriaria;* on l'importe de l'Amérique du Sud.

Myrobolans. — Les myrobolans sont le fruit séché du *terminalia chebula*. Ils viennent de Calcutta et sont très-employés pour tanner les peaux et pour produire des noirs sur laine.

Le docteur Stenhouse a démontré que le tannin des gallons du Levant, du divi-divi, des myrobolans et de l'écorce de chêne n'est pas identique à celui de la noix de galle et du sumac. En effet, lorsqu'on fait bouillir ces différentes matières dans l'acide sulfurique étendu, il ne se forme pas d'acide gallique; on obtient du sucre et quelques autres produits organiques.

La valeur des différentes matières renfermant du tannin ne varie pas seulement selon les différentes variétés de plantes et selon les différents pays d'où elles sont importées, il y a des sources d'altération que l'on ne peut reconnaître que par l'analyse. En effet, si l'on a mélangé du sumac nouveau et du sumac récolté depuis longtemps, il est impossible de découvrir la fraude. Il faut déterminer chimiquement la quantité d'acide tannique que contient l'échantillon.

A cet effet, on prend 10 grammes de la matière que l'on fait bouillir avec de l'eau distillée, on filtre la dissolution, et on répète quatre ou cinq fois cette opération. D'un autre côté on prépare une dissolution de 4 grammes de colle de poisson dans 125 grammes d'eau à laquelle on ajoute 1gr.5 d'alun pulvérisé; 10 centimètres cubes de cette dissolution représentent 5 grammes d'acide tannique pur. On verse de cette dissolution dans la décoction de tannin jusqu'à ce qu'il ne se produise plus de tannate de gélatine. Le volume employé permet de calculer la quantité d'acide tannique.

Avant de passer à une autre classe de matières astringentes, je dois encore vous citer un extrait d'écorce de châtaignier employé dans ces derniers temps à Lyon pour produire des noirs sur soie; et une substance employée dans l'antiquité en Égypte et dans le Levant pour teindre la laine et les cuirs. On l'obtient des feuilles du *lawsonia inermis* en les laissant macérer dans l'eau afin d'en former une pâte d'un brun orangé. Cette pâte est employée par les femmes asiatiques pour se teindre les ongles et les cheveux.

Cachou. — Le cachou est la matière astringente la plus importante de toute la série qui donne une coloration verte avec les sels de peroxyde de fer. Son emploi est considérable pour produire une grande variété de teintes du gris clair au brun foncé, dans la teinture du

coton, l'impression des tissus, dans la teinture de la soie et dans le tannage de cuirs de qualité inférieure.

Le docteur Stenhouse a découvert que les matières astringentes qui, comme le cachou, prennent une coloration verte par les sels de peroxyde de fer, ne contiennent pas de glucoside.

On distingue plusieurs variétés de cachou : 1° Le cachou vrai est le fruit de l'*areca catechu*. On le trouve dans le commerce sous deux formes différentes, la première qualité est en pains d'un poids de plusieurs kilogrammes et d'une couleur rouge foncé. Les qualités inférieures sont en masses plus ou moins mélangées de sable. 2° Le gambir est extrait de la feuille de l'*uncaria gambir*, arbrisseau de la famille des *Rubiacées*. On l'importe sous la forme de petits cubes d'une couleur brun jaunâtre. 3° Le kino s'obtient d'une plante légumineuse, le *butea frondosa*.

Le cachou de bonne qualité ne doit pas laisser plus de 4 à 5 pour 100 de cendres. Sa dissolution aqueuse donne par l'alcool et la gélatine un abondant précipité blanc; par la chaux et la baryte un précipité brun; par les sels de plomb un précipité jaune dont la teinte varie selon le sel employé, enfin par le bichromate de potasse un précipité brun.

Elle doit prendre aussi une coloration brune par les alcalis, et une coloration verte par les sels de fer.

Le cachou est souvent falsifié avec des substances minérales, de l'amidon, des matières astringentes ou du sang.

Pour trouver les matières minérales, il suffit de calciner. Une bonne qualité de cachou ne doit pas contenir plus de 4 à 5 pour 100 de cendres, ainsi que nous l'avons déjà indiqué.

Pour constater la présence d'amidon, on traite le cachou par l'alcool et l'on fait bouillir le résidu insoluble dans de l'eau. Après refroidissement de la dissolution, on ajoute de l'iode qui produit une coloration bleue si l'on a falsifié avec de l'amidon.

Les matières astringentes se reconnaissent par les sels de peroxyde de fer qui font varier la teinte verte obtenue avec le cachou pur; enfin, pour constater la présence de sang, on fait bouillir le cachou dans l'alcool et l'on chauffe le résidu insoluble dans un tube. S'il se produit des vapeurs ammoniacales, le cachou contient du sang.

Le cachou est composé de trois substances, une matière astringente, l'acide *mimo-tannique;* la *catéchine* ou acide *catéchique* et une matière colorante brune due à l'oxydation de la catéchine.

L'acide mimo-tannique se prépare en traitant le cachou pulvérisé par l'éther dans un appareil à déplacement continu; la dissolution abandonne par l'évaporation une masse poreuse d'acide *mimo-tannique*, le cachou de Bombay en contient 55.5 pour 100, celui de Bengale 48.2 pour 100, le gambir 36 à 40 pour 100.

La catéchine, ou acide catéchique, s'obtient en traitant par l'eau bouillante le résidu de la préparation de l'acide mimo tannique. Par le refroidissement, il se dépose un précipité brun cristallin qu'on redissout dans l'eau. On précipite par le sous-acétate de plomb. Ce précipité lavé est mis en suspension dans l'eau et décomposé par l'hydrogène sulfuré. On filtre à chaud, et la catéchine pure se précipite.

La catéchine a pour formule : $C^{10}H^{10}O^{4}$. Elle devient rapidement brune au contact de l'air et des alcalis en se convertissant en *acide japonique*. Les carbonates alcalins transforment la catéchine en acide *rubinique*. La catéchine se convertit aussi en acide japonique sous l'influence oxydante des sels de cuivre et du bichromate de potasse.

Au lieu d'employer le cachou à l'état dans lequel on l'importe, il serait préférable de l'épuiser par l'eau froide; on obtiendrait l'acide mimo-tannique, qui donne des teintes vertes très-pures, tandis que le résidu insoluble pourrait être employé pour une grande variété de teintes brunes.

Afin de développer complétement les couleurs du cachou, on fait passer après la teinture en bain de bichromate de potasse.

Recherches sur la composition chimique du vert de Chine (lokao).

Note de MM. S. Cloez et Er. Guignet.

Le vert de Chine, signalé pour la première fois en 1848 comme matière colorante distincte par Daniel Kœchlin, a été l'objet de nombreux travaux dus à MM. Persoz, Michel (de Lyon) et Charvin. Ce dernier est même parvenu à reproduire le vert de Chine au moyen des nerpruns indigènes.

Après avoir attiré vivement l'attention des chimistes et des teinturiers, le vert de Chine est tombé dans un oubli à peu près complet. Cette couleur a été délaissée pour les magnifiques verts d'aniline; elle était d'ailleurs d'un usage difficile en teinture et d'un prix fort élevé.

Au point de vue de la chimie pure, il nous a paru intéressant de reprendre l'étude du vert de Chine, surtout en vue d'obtenir un produit d'une composition définie et d'étudier les relations qui peuvent rattacher ce produit aux nombreuses matières colorantes extraites des fruits des nerpruns (matières jaunes des graines de Perse et d'Avignon, vert de vessie, etc.).

C'est la première partie de notre travail que nous allons soumettre à l'Académie.

Le vert de Chine, ou *lokao*, est une véritable laque contenant une forte proportion de matières minérales diverses : chaux, alumine, oxyde de fer; il retient aussi beaucoup d'humidité : la partie sur laquelle nous avons opéré perd 9.4 pour 100 d'eau par une dessiccation à 100 degrés. Soumise à l'incinération, la matière laisse un résidu grisâtre, égal à 26.2 pour 100.

Action de l'eau. — Le vert de Chine se dissout en très-petite quantité dans l'eau froide. A l'aide d'une digestion prolongée, il se gonfle et se dissout en plus grande proportion.

Abandonné pendant une semaine au contact de l'eau dans un vase fermé, le vert de Chine subit une sorte de fermentation accompagnée d'une réduction partielle. La liqueur filtrée est d'un bleu verdâtre très-foncé : le résidu, épuisé par l'eau fraîche, se dissout dans l'eau chaude et la colore en violet rouge très-intense.

On pourrait croire que la matière bleue ainsi préparée représente le principe colorant du vert de Chine à l'état de pureté, mais il n'en est rien : ce n'est autre chose qu'une laque semblable à la laque primitive, et laissant par l'incinération une quantité considérable de résidu.

Ainsi cette réduction du lokao par voie de fermentation ne présente d'intérêt qu'au point de vue de la teinture et ne peut donner un produit d'une pureté suffisante.

Action des carbonates alcalins. — Le vert de Chine se dissout aisément dans les dissolutions des carbonates de potasse et de soude, mais il s'altère en même temps, et le produit précipité par l'eau de la solution alcaline concentrée n'est encore qu'une laque impure.

Après de nombreux essais, nous avons réussi à obtenir la matière colorante suffisamment pure par le procédé suivant :

Dans 4 litres d'eau distillée, on fait dissoudre 100 grammes de carbonate d'ammoniaque pur; on ajoute à la solution 100 grammes de lokao grossièrement pulvérisé, et l'on agite de temps en temps. Après quatre jours de contact, la liqueur est devenue d'un vert bleu très-foncé; on filtre et l'on évapore au bain-marie, dans une capsule plate, de manière à chasser complétement le carbonate d'ammoniaque en excès.

On obtient ainsi 60 pour 100 d'un produit bleu parfaitement soluble dans l'eau, représentant la combinaison de la matière colorante pure, que nous appellerons *locaïne*, avec de l'ammoniaque.

Ce résultat confirme les observations de Persoz, d'après lesquelles le vert de Chine, complétement purifié, devrait être bleu et non pas vert.

La lokaïne ammoniacale se comporte comme un véritable sel d'ammoniaque.

La lokaïne ammoniacale, obtenue par l'évaporation de la dissolution aqueuse, n'est pas

encore un produit absolument pur; elle laisse par calcination près de 1 centième de matière minérale contenant de l'alumine et une petite quantité d'oxyde de fer.

Pour obtenir la lokaïne ammoniacale dans un plus grand état de pureté, on ajoute de l'alcool à la dissolution du vert de Chine dans le carbonate d'ammoniaque; il se forme ainsi un précipité bleu foncé qu'on lave à l'alcool jusqu'à épuisement. Ce précipité séché ne laisse plus à l'incinération qu'une trace de matière minérale.

L'alcool de lavage tient en dissolution diverses matières brunes et une certaine quantité de glucose.

La composition de la lokaïne ammoniacale, obtenue par précipitation et séchée à 100 degrés, peut être représentée par la formule $C^{56}H^{32}AzH^4O$.

Elle a donné à l'analyse les nombres suivants :

	I.	II.	$C^{56}H^{37}O^{34}Az$.
Carbone	51.020	50.780	50.98
Hydrogène	5.660	5.65	5.62
Azote	2.137	»	2.125
Oxygène	41.183	»	41.275
	100.000		100.000

La formule $C^{56}H^{34}O^{34}$ représente la composition de la lokaïne pure, que l'on doit considérer comme un acide faible.

Les différents sels métalliques donnent avec la solution de lokaïne ammoniacale des précipités qui paraissent être de véritables laques, mais qu'il est difficile d'obtenir de composition constante et définie, car la plupart des sels, le chlorure de sodium entre autres, précipitent la lokaïne ammoniacale sans l'altérer; par des lavages prolongés, le précipité se redissout dans l'eau pure.

Action de l'acide sulfurique étendu sur la lokaïne ammoniacale. — Quand on traite à chaud la lokaïne ammoniacale par de l'acide sulfurique étendu d'eau (au vingtième), la matière se dédouble très-nettement en un corps brun rougeâtre insoluble dans l'eau acide, en glucose soluble et en une autre substance également soluble et précipitable par l'acétate de plomb.

La matière insoluble est facile à purifier, d'abord par l'eau, qui enlève l'acide sulfurique, puis par l'alcool, qui dissout une matière brunâtre.

Nous appelons *lokaétine* le produit insoluble du dédoublement de la lokaïne ammoniacale; il nous paraît être à cette substance ce que l'acide gallique est au tannin, ce que la rhamnétine est à la rhamnine.

La lokaïne serait donc un glucoside.

La lokaétine se forme encore en chauffant pendant plusieurs heures, à la température de 110 degrés, la lokaïne ammoniacale, mais le dédoublement n'est pas complet : on obtient une matière d'un violet très-pur, complétement insoluble dans l'eau, à froid et à chaud, ainsi que dans le carbonate d'ammoniaque. Il est facile d'isoler ce produit par des lavages de la lokaïne ammoniacale non altérée et des autres substances solubles.

La lokaétine, séchée à 100 degrés, ne laisse qu'une trace de cendres; elle a donné à l'analyse les nombres suivants :

	I.	II.	$C^{18}H^8O^{10}$.
Carbone	54.595	54.62	55.10
Hydrogène	4.407	4.41	4.06
Oxygène	40.998	40.97	40.84
	100.000	100.00	100.00

La formule $C^{18}H^8O^{10}$, que nous adoptons provisoirement, représente assez exactement la composition de la lokaétine. Cette substance est très-peu soluble dans l'eau; abandonnée au contact de ce liquide, elle s'y gonfle à la manière de la gomme adragante. Les plus faibles traces d'alcali suffisent pour la faire virer au violet; elle se réduit par le sufhydrate d'ammoniaque comme la lokaïne elle-même; elle forme des flocons rouges, peu solubles dans la liqueur ammoniacale et redevenant violets au contact de l'air.

La lokaétine s'attaque aisément par l'acide nitrique même très-étendu, sous l'influence

d'une température de 100 degrés. On obtient ainsi une grande quantité d'acide oxalique et une matière jaune cristallisable douée d'un pouvoir colorant très-intense. Cette matière est soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther; elle diffère complétement de l'acide picrique, dont elle n'a pas la saveur amère.

L'acide sulfurique concentré dissout facilement à froid la lokaétine, en se colorant en brun pourpre très-foncé; la liqueur précipite par l'eau et donne un produit brun insoluble dans l'eau et l'alcool acidulés. Par l'action des alcalis faibles, cette matière donne un produit vert foncé soluble dans l'alcool. En la soumettant à l'analyse, après lavage complet et dessiccation, nous avons obtenu des nombres qui conduisent à la formule $C^{18}H^6O^8$.

C'est la lokaétine, moins deux équivalents d'eau enlevés par l'acide sulfurique.

DE LA TEINTURE DES TISSUS EN NOIR D'ANILINE.

Par J. Persoz.

On sait depuis longtemps déjà que la réaction du bichromate de potasse sur certains sels d'aniline, en solution assez concentrée, donne lieu à une oxydation très-énergique et à la formation rapide d'un abondant précipité noir. Frappées de ce phénomène, quelques personnes avaient cherché à en tirer parti pour la teinture, sans toutefois qu'il pût être donné suite à leurs tentatives.

C'est ainsi que, il y a environ six ans, MM. Paraf-Javal, de Thann, avaient essayé de teindre des tissus de coton en noir d'aniline, par le simple passage de l'étoffe dans une solution contenant un sel d'aniline et du bichromate de potasse. En employant une liqueur suffisamment concentrée, le noir commençait à se former immédiatement au sortir du bain et arrivait bientôt à son entier développement.

Mais cette manière d'opérer, excellente en théorie, présentait dans la pratique des difficultés insurmontables qui devaient, malgré bien des efforts, la faire abandonner complétement. En effet, ou les liquides étaient très-étendus, et alors on ne pouvait produire de noir, ou ils étaient concentrés, et, dans ce cas, le noir se précipitait dans le bain au bout de quelques instants.

Pour prévenir ce dernier effet, MM. Paraf-Javal avaient essayé de refroidir le baquet de couleur et de le maintenir à une température voisine de 0 degré. Mais ici se présentait un autre inconvénient : car si le liquide était assez concentré (condition d'ailleurs nécessaire pour la production du noir), du chromate d'aniline ne tardait point, paraît-il, à cristalliser dans le bain, diminuant d'autant la richesse de celui-ci. De plus, ces cristaux se trouvant enlevés accidentellement par le tissu, à son passage dans le baquet, produisaient plus tard des taches, parfois même offraient un danger réel, car le chromate d'aniline, qui s'était conservé sans altération à la faveur du froid, pouvait, une fois soustrait à cette influence, déterminer une forte élévation de température par la réaction mutuelle de ses éléments. De là, souvent incandescence sur différents points du tissu et même inflammation de ce dernier.

Toute recherche dans une semblable direction avait cessé, je le crois, depuis longtemps, quand dernièrement mon attention se reporta de nouveau sur cette méthode considérée comme impraticable. Je me demandai s'il ne serait pas possible d'obtenir le noir d'aniline par les mêmes éléments, mais sans les mélanger à l'avance, c'est-à-dire d'imprégner le tissu successivement avec les deux sels (bichromate et sel d'aniline) maintenus en solutions séparées.

En y réfléchissant, je reconnus que la pulvérisation des liquides, si ingénieusement appliquée dans l'industrie par M. Charles Depouilly, devait permettre de réaliser ces conditions d'une façon très-heureuse. L'expérience ne fit que confirmer ces prévisions.

Avant d'aller plus loin, je ferai remarquer que, en ayant recours à la pulvérisation, j'avais la faculté d'employer le bichromate de potasse et le sel d'aniline à la température et au degré de concentration les plus avantageux pour la production du noir, sans avoir à redouter aucun des inconvénients précédents.

La formation des cristaux de chromate d'aniline sur le tissu n'était plus à craindre. Les deux liquides pouvaient être appliqués successivement ou d'une manière simultanée et ne se mélanger ainsi qu'à l'instant voulu sur le tissu en mouvement. La réaction, quoique rapide, ne l'était cependant pas assez pour déterminer la production du noir avant que les liquides pussent se mélanger intimement sur la fibre et bien la pénétrer. On pouvait donc considérer comme résolu le problème de l'application du noir d'aniline en teinture unie sur tissus de coton. Rien n'était nouveau dans les éléments de cette solution pourtant toute nouvelle.

Restait à passer de la théorie à la pratique; pour cela, il fallait surtout préciser :

1° Quels étaient les sels d'aniline les plus avantageux pour la production d'un beau noir;

2° A quel degré de concentration et d'acidité on devait les employer.

Momentanément j'ai négligé la question de température qui, sans être aussi capitale que les précédentes, n'en a pas moins une certaine importance.

Quant à la nature des sels d'aniline à employer, il y avait lieu de se laisser guider par plusieurs considérations. Il est certain d'abord qu'il fallait écarter l'acétate, le noir d'aniline *ayant horreur* de l'acide acétique. D'autres sels d'aniline à acides organiques, le tartrate, l'oxalate, le citrate, devaient être rejetés aussi pour des motifs divers, comme étant ou peu favorables à la production du noir, ou d'un prix trop élevé. On devait s'en tenir à des sels à acides énergiques et peu coûteux; mes essais portèrent donc sur le sulfate, le chlorhydrate et le nitrate.

A ce propos, je ferai l'observation suivante : Lorsqu'on prépare les trois sels d'aniline ci-dessus dans un parfait état de neutralité, c'est-à-dire en dissolvant exactement 1 équivalent d'aniline dans 1 équivalent de l'un des trois acides chlorhydrique, sulfurique ou nitrique, on peut mélanger la solution de ces sels avec le bichromate de potasse à froid, sans qu'il y ait réaction immédiate. On remarque même que le mélange se conserve un temps relativement long sans altération. Un tissu imprégné d'un semblable mélange et abandonné à l'air se dessèche sans devenir noir. Mais vient-on à ajouter à ces sels neutres un faible excès d'acide, on constate que leur mélange avec le bichromate ne se conserve plus comme précédemment, et que, à mesure que la quantité d'acide augmente, la réaction mutuelle des deux sels est plus prompte, jusqu'à devenir presque instantanée, lorsque l'acide est en grand excès.

Il résulte de cette observation qu'on pourra à volonté, en introduisant dans le sel d'aniline des proportions variables d'acide, accélérer ou retarder la formation du noir. Néanmoins il y aura lieu de se maintenir toujours entre certaines limites inférieure et supérieure qu'il serait préjudiciable de dépasser.

Employer une solution trop neutre serait s'exposer soit à développer péniblement la couleur, soit même à la rendre irréalisable.

Mettre trop d'acide exposerait le fabricant à brusquer la formation du noir, à ne pas laisser aux deux liquides le temps de bien se mélanger et de pénétrer dans les pores du tissu; ce serait d'ailleurs, surtout si l'on opère sous l'influence d'une certaine chaleur, risquer de brûler la fibre.

On est surpris, au premier abord, de la quantité d'acide qui est nécessaire pour que la réaction se fasse d'une manière bien complète; mais on doit tenir compte de ce fait, qu'au fur et à mesure que l'oxydation du sel d'aniline s'opère aux dépens du bichromate de potasse, ce dernier sel fournit des éléments basiques qui saturent beaucoup d'acide. On conçoit donc qu'avec une faible proportion d'acide, il existe, à un moment donné, entre les substances en présence, une sorte d'équilibre pour lequel toute réaction se trouverait interrompue. C'est ce que j'ai eu l'occasion de voir dans le cours de mes expériences. Toutefois, si, après que la réaction s'est arrêtée, on vient à projeter à nouveau de l'acide sur quelques points du tissu, on remarque en ces points une continuation du phénomène d'oxydation et un développement de noir.

Je ferai remarquer en passant que les noirs dont je m'occupe en ce moment diffèrent essentiellement, au moins par leur mode de génération, des noirs d'aniline utilisés dans l'impression. Tandis que ces derniers se forment lentement par l'oxydation d'un sel d'aniline au moyen du chlorate de potasse et d'une préparation de cuivre, à la faveur du sel ammoniac, agents dont le rôle a été si bien décrit dans le travail de M. Camille Kœchlin, les

noirs actuels résultent de l'action directe et rapide de deux sels, le bichromate de potasse et un sel d'aniline. Ici plus de sels de cuivre, ni de sels ammoniacaux pour opérer des doubles décompositions, surtout plus d'exposition à l'air ou dans la *chambre d'oxydation.*

Les essais que j'ai entrepris relativement au degré d'acidité des sels d'aniline à employer, m'ont démontré qu'il fallait renoncer entièrement aux sels neutres et préparer des solutions d'aniline contenant au moins deux équivalents d'acide pour un équivalent de base.

L'étude du degré de concentration a aussi son importance, et il y a lieu de faire entrer dans cette question des considérations de plusieurs ordres. Des raisons d'économie engagent à employer les liqueurs les plus étendues possible, sans atteindre cependant le degré de dilution où il y aurait préjudice pour la couleur. D'un autre côté, toute question d'économie à part, il y aurait aussi inconvénient à faire usage de solutions d'aniline concentrées, car dans ce cas la couleur n'est plus noire, mais forme à la surface du tissu une couche assez épaisse à reflets violets ou bruns, qui peut produire, par une friction énergique à l'aide d'un corps dur et poli, des effets entièrement semblables à ceux du mordoré sur maroquin.

C'est en tenant compte de ces diverses observations que j'ai déterminé la composition des solutions d'aniline qu'il y aurait lieu d'appliquer. Pour arriver à ce résultat j'avais préparé plusieurs séries de sels contenant à peu près 1, 2 et 3 équivalents d'acide pour 1 seul équivalent d'aniline.

	Sel neutre.	Sel biacide.	Sel triacide.
CHLORHYDRATES D'ANILINE.	—	—	—
Acide chlorhydrique du commerce	10 grammes.	20 grammes.	30 grammes.
Aniline	10 —	10 —	10 —
Eau	200 —	200 —	200 —
SULFATES D'ANILINE.			
Acide sulfurique du commerce	5 —	10 —	15 —
Aniline	10 —	10 —	10 —
Eau	200 —	200 —	200 —
NITRATES D'ANILINE.			
Acide nitrique du commerce	15 —	30 —	
Aniline	10 —	10 —	
Eau	200 —	200 —	

Les conclusions générales que j'ai pu tirer de mes expériences sont les suivantes :

1° L'emploi des sels neutres est à rejeter entièrement.

2° Les sels biacides, le bisulfate surtout, donnent des résultats déjà satisfaisants. Toutefois le trichlorhydrate réussit mieux que les chlorhydrates inférieurs.

3° Les sulfates ont une tendance à donner des noirs roux, les chlorhydrates et les nitrates des noirs à reflets violets ou bleus.

4° Un mélange à volumes égaux de bisulfate et de bichlorhydrate, par lequel ces deux tendances peuvent se contrebalancer, fournit d'excellents résultats.

5° Il est nécessaire d'employer une solution de bichromate de potasse assez concentrée. Celle dont j'ai fait usage ne renfermait pas moins de 80 grammes de sel par litre.

J'ai essayé d'appliquer le bichromate avant et après les sels d'aniline et dans d'autres expériences d'une façon simultanée. Il ne m'a pas semblé que les effets fussent différents selon la manière d'opérer. Ainsi on pourra à volonté foularder le tissu en bichromate et pulvériser immédiatement après le sel d'aniline, ou employer les deux sels dans un ordre inverse, la pulvérisation se faisant toujours en dernier lieu, sans modifier pour cela les résultats, à supposer que les liquides soient appliqués uniformément et pénètrent bien le tissu. Pour assurer ces conditions, je pense qu'il faudrait faire agir sur la toile bien tendue une brosse animée d'un mouvement de va et vient vertical.

L'expérience montrera s'il y a avantage à introduire soit dans le bichromate, soit dans la solution d'aniline, d'autres substances complémentaires, telles que des sels de cuivre.

Il est presque superflu d'ajouter que le noir, tel qu'on l'obtient directement, n'a pas la teinte voulue, mais paraît d'un vert foncé provenant de l'influence acide du mélange qui imprègne le tissu. Pour l'amener au noir franc, il suffit, comme pour les noirs d'aniline imprimés, de laver le tissu à l'eau, puis de le passer dans un bain de savon à chaud.

Je disais en commençant que l'on pouvait activer la formation du noir en augmentant la proportion d'acide. On peut l'activer également et avec avantage en soumettant le tissu à l'action de la chaleur. Je serais donc d'avis de faire circuler celui-ci d'abord sur des plaques chaudes et ensuite dans une étuve à vapeur.

Il est fort probable qu'en imprimant à l'avance sur la toile des réserves résineuses ou grasses, on obtiendrait facilement des dessins blancs sur fond noir pour articles deuil.

J'ai borné mes expériences à la réalisation du noir d'aniline sur coton; la même méthode légèrement modifiée, quant à la nature des matières à employer, donnerait sans doute aussi de bons résultats sur laine.

VITICULTURE.

Le *phylloxera vastatrix* dans la région de l'olivier.

Par M. Heuzé (1).

La nouvelle maladie qui occasionne tant de désastres dans les vignobles de la région de l'olivier est connue depuis 1863. C'est à cette époque, en effet, qu'elle a été signalée pour la première fois dans les vignes de Pujaut et de Roquemaure, et dans celles de Villeneuve-les-Avignon, communes situées sur la rive droite du Rhône et dans lesquelles elle s'est répandue, les années suivantes, avec une rapidité inouïe, en exerçant des ravages incalculables.

Cette maladie, que l'on appelait alors *pourriture des racines* ou *pourridie,* avait-elle pris naissance dans le département du Gard? Avait-elle été propagée par des vignes américaines importées, il y a vingt ans environ, dans la grande pépinière de Tarascon? Ces deux questions n'ont pu, jusqu'à ce jour, être résolues.

A quelle cause doit-on attribuer cette infection qui préoccupe si vivement les viticulteurs du Bas-Languedoc et qui a fait périr tant de vignes depuis huit années dans les arrondissements d'Orange, d'Arles et d'Uzès?

Pour quelques esprits, cette maladie serait due à un affaiblissement, à une étisie ou à une altération primordiale de la vigne, occasionnée, selon les uns, par l'influence persistante de la sécheresse qu'on observe dans la région méridionale depuis six à sept années; suivant les autres, par les cultures incomplètes, sous le rapport des engrais minéraux, auxquelles la vigne est placée dans la Provence, le Comtat et une partie du Bas-Languedoc.

Pour d'autres observateurs, la maladie actuelle est bien produite par un puceron spécial. Ainsi, pour MM. Planchon, Gaston Bazille, Lichtenstein, Vialla et Golfin, l'état morbide de la vigne n'a pas encore été démontré, et un insecte inconnu en France jusque dans ces dernières années est bien la cause unique, la cause active et immédiate du mal.

Les caractères du *phylloxera* ont été étudiés, définis et décrits avec beaucoup de soin et de patience par MM. Planchon et Lichtenstein. Mais si partout, jusqu'à ce jour, cet insecte a présenté les mêmes caractères, il faut reconnaître que ses mœurs sont moins bien connues. Aussi, est-il des points obscurs et contradictoires que le temps seul permettra de bien élucider.

Le *phylloxera vastatrix,* c'est ainsi que ce puceron a été nommé par M. Planchon, appartient à l'ordre des hémiptères et au sous-ordre des homoptères. Il est ovipare, et jusqu'à ce jour on a pu l'observer sous trois états différents :

1° *A l'état jeune,* il ressemble à un très-petit pou; il est ovale et jaune légèrement verdâtre; son corselet est lisse. On le distingue assez difficilement à l'œil nu, surtout lorsqu'il est isolé.

2° *A l'état de nymphe,* il est plus gros, plus allongé, plus pointu à son extrémité postérieure et d'un jaune plus vif; il présente supérieurement trois séries de points longitudinaux très-

---

(1) Mémoire lu à la Société d'encouragement pour l'industrie nationale dans sa séance du 19 janvier 1872.

apparents. Ces points n'existent pas chez les jeunes sujets. A cet état, le *phylloxera* a environ 3/4 de millimètre de longueur.

3° *A l'état d'insecte parfait*, il est ailé. Les femelles comme les mâles ont quatre ailes. Les ailes supérieures sont beaucoup plus longues que les ailes inférieures. Ces insectes adultes sont d'une petitesse qui les soustrait à tous les regards quand ils volent à l'air libre : ils n'ont que 1 millimètre environ de longueur. Leur vol, il est vrai, est très-faible, mais le vent peut les transporter à des distances considérables.

Les femelles commencent à pondre en mars ou en avril.

Le mâle se distingue de la femelle par une nervation très-accentuée, et qui lui permet un vol plus puissant.

Le *phylloxera vastatrix* a deux existences : l'une que l'on doit appeler *vie souterraine*, l'autre qu'il faut désigner sous les noms de *vie aérienne*.

Suivant les hypothèses de Planchon, les insectes ailés se laisseraient emporter au loin par le vent pendant les mois d'août et de septembre, et chaque femelle tombée sur la feuille d'une vigne y déposerait 2 à 3 œufs.

Après l'éclosion de ces œufs, chaque puceron piquerait avec son bec ou son suçoir un point d'une jeune feuille. Cette piqûre y déterminerait très-promptement une boursoufflure, et c'est dans la cavité de cette petite galle que l'insecte se logerait pour grossir et pondre ses œufs. Le corps de cet insecte se déforme, et il ne tarderait pas à prendre une couleur comme tous les *phylloxera* qui meurent naturellement ou qu'on asphyxie en les maintenant dans l'eau pendant plusieurs jours.

Les œufs, par leur éclosion, produiraient les insectes qui, en descendant sur le tronc ou en pénétrant dans le sol avant la chute des feuilles, deviendraient les suceurs des racines.

Jusqu'à ce jour, dans la région de l'olivier, on n'a rencontré qu'un très-petit nombre de galles. Il n'en est pas de même dans le Bordelais. Les vignes que le *phylloxera* attaque depuis plusieurs années en présentent un assez grand nombre. Suivant les observations faites par M. Planchon, chaque galle contiendrait jusqu'à 200 œufs.

Mais le *phylloxera* ne se propage pas seulement par le concours des insectes ailés. A côté de *la reproduction aérienne* se place *la reproduction souterraine*. Ainsi, pendant le printemps et l'été, selon les remarques faites par MM. Planchon et Lichtenstein, les insectes non ailés et vivant sur les racines donneraient naissance à des séries de générations voraces qui se répandraient d'une souche à l'autre, de proche en proche. En trois générations, le nombre des pucerons provenant des œufs contenus dans une seule galle pourrait atteindre huit millions!

Le vent joue un rôle puissant dans la dissémination, à grande distance, de corps légers. Il est incontestable, d'un autre côté, que les aphidiens, à cause de leurs ailes, de leur légèreté et de leur petitesse, peuvent être transportés par l'air agité. Aussi, est-ce ainsi très-certainement que le *phylloxera*, cet infiniment petit, cet hémiptère invisible dans l'air, a franchi deux fois le Rhône et la Durance, ainsi que les grands canaux et les roubines ou fossés remplis d'eau qui sillonnent la Crau et le territoire de Tarascon, d'Arles et de Saint-Remy.

Mais s'il est facile, à l'aide d'hypothèses rationnelles, d'expliquer comment le *phylloxera* attaque les vignes souvent à de grandes distances les unes des autres, parce que le vent est le principal et peut-être l'unique agent de dispersion, on ignore encore comment cet aphidien se répand de proche en proche d'une souche à l'autre. Jusqu'à ce jour, personne n'a vu de *phylloxera* hors de terre, et c'est toujours sur les racines qu'on l'a observé. Dans les circonstances actuelles, on admet dubitativement que les pucerons circulent souterrainement le long des racines ou en suivant les fissures que présente la couche arable ou à l'aide des interstices qu'on observe entre les graviers, les cailloux ou les molécules constituantes de la couche arable, quand celle-ci a été labourée ou divisée par les instruments à bras ou aratoires.

Quoi qu'il en soit, la vigne attaquée par le *phylloxera* présente trois phases ou trois périodes bien caractérisées :

Première période. — Quand le *phylloxera* attaque une vigne pour la première fois, l'observateur le plus sagace n'observe extérieurement aucun signe susceptible de révéler la présence de cet insecte sur les racines.

Tous les ceps ont une végétation normale : leurs sarments sont longs et vigoureux; leurs feuilles sont nombreuses, amples et d'un vert intense; leurs grappes sont plus ou moins nombreuses et développées selon les années et la manière d'être des cépages.

Si on arrache alors un des ceps, on constate, sur les radicelles du chevelu, des renflements plus ou moins globuleux ou allongés dans les plis desquels on constate toujours la présence du *phylloxera*. Ces *renflements si caractéristiques sont blanchâtres,* mais ils brunissent ou noircissent quand ils restent exposés à l'action de l'air. Ils se développent à la suite des piqûres faites par les insectes.

A l'œil nu ou à l'aide d'une loupe, on remarque que les *phylloxera* situés sur ces nodosités ou les parties hypertrophiées et sur les racines encore saines ont une couleur jaune pâle ou jaune verdâtre, et que souvent, sur les racines déjà anciennes, ces insectes sont accompagnés d'un assez grand nombre d'œufs de couleur jaune grisâtre. Ces œufs adhèrent aux écorces à l'aide d'une légère viscosité.

A la fin de l'année, le chevelu des ceps ainsi attaqués est en partie désorganisé; les radicelles se divisent aisément par la simple pression des doigts, et on remarque déjà, sur les racines plus âgées, des nodosités causées par les piqûres des pucerons.

Durant l'hiver, le *phylloxera* ne meurt pas ; après avoir implanté sa trompe dans l'écorce, il reste stationnaire ou comme engourdi sur les racines de la vigne.

Pendant cette période, suivant l'expression si judicieuse de l'honorable M. Planchon, le mal est à *l'état latent,* puisque nul signe extérieur ne révèle son existence ou son intensité.

Deuxième période. — Pendant la deuxième période de l'envahissement, les ceps présentent extérieurement des caractères qui permettent de bien apprécier les dommages causés par le *phylloxera.*

Au centre de la partie attaquée ou sur laquelle les pucerons exercent leurs ravages, on constate aisément *le foyer d'attaque,* véritable *tache d'huile de forme variable,* suivant l'expression pittoresque de M. Gaston Bazille. Les ceps qu'on y observe ont une végétation languissante : les sarments sont courts, les feuilles n'ont plus l'ampleur et la belle couleur verte qui les caractérisent ordinairement quand elles végètent sur les vignes saines ou non altérées; enfin, les grappes, s'il en existe, sont petites, peu nombreuses et parviennent difficilement à maturité.

Le *phylloxera* est peu abondant sur ces ceps à végétation très-appauvrie, parce qu'il les a abandonnés en grande partie à la fin de l'hiver, époque où cesse son sommeil léthargique, pour se diriger sur les vignes saines qui circonscrivent la surface sur laquelle l'invasion a commencé l'année précédente. Cependant souvent on distingue encore çà et là, sur les anciennes racines, des groupes plus ou moins étendus de pucerons ; ces réunions y forment des taches jaunes un peu verdâtres.

La plupart des racines des ceps envahis l'année précédente sont brunes ou noirâtres et comme pourries, et les écorces de plusieurs vieilles racines se détachent déjà aisément. De plus, on remarque, sur les jeunes radicelles, des nodosités ayant l'aspect de véritables chapelets, et on constate aussi que la séve n'y circule que très-difficilement.

La zone qui enveloppe ou limite ce *foyer central* est plus ou moins régulière, plus ou moins étendue, selon la rapidité avec laquelle le *phylloxera* s'est propagé. Les ceps qu'on y rencontre offrent aussi extérieurement les signes d'une végétation normale. Pour y constater la présence du puceron, on est encore contraint de découvrir une partie des racines, de mettre à nu le chevelu et d'examiner les radicelles et les nodosités blanchâtres.

Troisième période. — Le mal pendant la troisième année est plus saisissant encore.

Les souches du centre ou qui occupent le foyer d'invasion sont mortes ou mourantes, et ces ceps sont noirâtres, comme s'ils avaient été détruits par le feu. Si leurs racines ne sont pas complétement pourries ou presque complétement atrophiées, on y observe très-peu de radicelles susceptibles d'entretenir la vie.

C'est pourquoi les ceps sur lesquels la végétation se manifeste encore présentent, pendant le printemps et l'été, des pousses très-chétives et des feuilles remarquables par leur faible dimension et une coloration tout à fait anormale.

Les souches mortes présentent rarement des pucerons : celles qui végètent encore ont

aussi des racines très-altérées; mais on remarque souvent des insectes dans les fissures que présente leur épiderme, surtout quand elles sont dévelopées et anciennes.

Les vignes de la zone qui, l'année précédente, renfermait les ceps sur lesquels le *phylloxera* était à l'état latent, sont vraiment malades. Elles présentent extérieurement et intérieurement les signes caractéristiques qu'on observe la même année sur les vignes qui constituaient alors le foyer d'invasion.

Cette *seconde zone,* ayant aussi une étendue plus ou moins grande et plus ou moins régulière, est limitée par une ceinture de ceps déjà malades par suite de l'infection qui s'étend de proche en proche. Cette *troisième zone* comprend des vignes qui ont une végétation luxuriante, c'est-à-dire des sarments longs et vigoureux, un feuillage développé et d'un vert intense, des grappes nombreuses, bien développées et dont les raisins arriveront à parfaite maturité, mais qui sont compromises, parce qu'on observe, sur leurs radicelles, des nodosités blanchâtres et des *phylloxera.*

Des faits que je viens d'exposer très-brièvement, on doit conclure :

1° Que *les centres d'attaque* constituent des points très-circonscrits, des taches très-peu étendues, mais qui s'agrandissent à mesure que le mal s'accroît;

2° Que les vignes envahies par le *phylloxera* présentent des degrés différents d'altération, suivant qu'il s'est écoulé un temps plus considérable entre l'apparition du fléau et le moment où on l'observe;

3° Que cet aphidien se multiplie avec une prodigieuse facilité, qu'il continue à vivre aux dépens des souches, et qu'après avoir épuisé leurs racines il s'en éloigne pour s'attaquer aux racines des souches saines;

4° Que les pucerons sont d'autant plus nombreux sur les racines des ceps qu'ils s'éloignent davantage du premier foyer;

5° Que les ceps attaqués par ces insectes périssent ordinairement pendant la troisième ou la quatrième année qui suit le moment où le *phylloxera* s'est montré pour la première fois dans le vignoble;

6° Enfin, que les parties extérieures des ceps attaqués meurent plus tôt généralement que les parties situées à l'intérieur du sol.

Dès le début du fléau, on s'est vivement préoccupé des moyens de détruire le *phylloxera.* Les procédés expérimentés sont nombreux. Aussi, se décourage-t-on promptement lorsqu'on constate l'insuccès ou l'inefficacité des nombreux moyens curatifs expérimentés.

Les substances mises en pratique dans des conditions diverses et avec une grande prudence sont au nombre de trente, savoir : 1° les engrais salins; 2° l'acide phénique; 3° l'arsénite de soude; 4° l'acide arsénieux; 5° le sulfure de calcium; 6° l'huile lourde du gaz; 7° l'eau pure; 8° le coaltar ou goudron de houille; 9° l'ammoniaque liquide; 10° la chaux en poudre; 11° la fleur de soufre; 12° l'huile de pétrole; 13° le savon noir; 14° la naphtaline; 15° une décoction de staphisaigre; 16° les cendres de bois; 17° les cendrailles de chaux hydraulique; 18° la chaux des usines à gaz; 19° le sous-acétate de cuivre ou verdet; 20° les eaux ammoniacales du gaz; 21° le sulfate de fer; 22° la pyrite de cuivre; 23° le brou de noix; 24° le sel marin; 25° l'urine de vache; 26° le jus de tabac; 27° le polysulfure de calcium; 28° l'acide carbonique; 29° la moutarde en poudre; 30° le clorure de chaux (1).

Tous ces moyens n'ont pas présenté de grandes difficultés dans leur application, mais leurs effets ont souvent été désastreux, en ce qu'ils ont fait périr les ceps sur lesquels ils ont été appliqués.

Les procédés qui ont donné jusqu'à présent les meilleurs résultats sont le polysulfure de calcium et l'acide carbolique. Le *polysulfure* ou *bisulfure de calcium* est dissous dans l'eau, dans la proportion de 10 à 12 pour 100. L'*acide carbolique* ou *acide phénique impur* est aussi mêlé à l'eau dans le rapport de 1 pour 100; suivant les expériences de M. Planchon, l'acide carbolique ne tue pas la vigne quand on l'applique à la dose de 3 pour 100 (2).

---

(1) On n'a pas essayé la pyrèthre ou poudre du Caucase qui a une action si puissante sur certains insectes; qui sait si cette matière ne réussirait pas? L'aloès qui, pour son amertume, a été conseillé contre es insectes, devrait être aussi essayé et l'acide picrique également, si l'amertume avait une action. Dr Q.

(2) N'est-ce pas 3 pour 1000 plus tôt? Dr Q.

Ces deux agents insecticides sont employés à la dose de 20 à 25 litres pour chaque cep, après avoir découvert une partie des racines. Leurs effets ont été satisfaisants, en ce qu'ils ont fait périr beaucoup d'insectes, mais ils n'ont pas empêché le *phylloxera* de se propager et de continuer ses ravages. C'est pourquoi M. Gaston Bazille disait, l'an dernier : « De remèdes vraiment efficaces, des cas de guérison sûrement constatés, nous n'en connaissons pas! »

La destruction du *phylloxera* est difficile, parce que cet insecte pénètre dans la couche arable jusqu'à $0^{m}.60$, $0^{m}.80$ et même 1 mètre et $1^{m}.50$ de profondeur. Mais il ne suffit pas de trouver un insecticide; pour être efficace, il faut que cette substance pénètre tout le sol et arrive jusqu'aux racines avec toutes ses propriétés délétères pour les pucerons, sans altérer l'organisme ni la vitalité de la vigne.

Au début du mal, M. Anez, à Tarascon, avait proposé de détruire le plus tôt possible les vignes attaquées. Ce conseil aurait pu alors avoir d'heureuses conséquences. Aujourd'hui, on se contente de demander la destruction *des centres d'attaque* ou *des foyers d'invasion récente*. Les résultats obtenus çà et là sont tels, qu'on regrette que ce moyen, à la fois curatif et préventif, n'ait pas été mis en pratique, il y a quatre ou cinq ans, dans les départements de Vaucluse, des Bouches-du-Rhône et du Gard.

Les adversaires de ce moyen décisif ne cessent de dire qu'on ne doit pas arracher les vignes envahies et qu'il faut savoir attendre. Ils ajoutent : lorsque l'*oïdium* débuta dans les vignes du Bas-Languedoc, on révoqua en doute l'efficatité de la fleur de soufre, mais nul viticulteur ne fit arracher les vignes malades. Le temps nous a éclairés : nous avons lutté contre le mal et nous l'avons vaincu victorieusement.

Cet historique est vrai, mais les agriculteurs qui parlent ainsi oublient que l'*oïdium* n'a jamais fait périr les vignes sur lesquelles il s'est développé. Le *phylloxera* débute non-seulement d'une manière occulte, mais en quelques années seulement il tue la plupart des ceps qu'il attaque.

L'arrachage est une mesure inefficace comme *moyen palliatif*, quand le mal s'est développé, lorsque le vignoble est complétement infesté. Il n'en est pas de même s'il est pratiqué au début de l'infection ou quand une vigne vient d'être envahie. Alors, il permet de circonscrire le fléau, *d'enrayer le mal*, de prévenir de nombreuses éclosions, de détruire un germe de ruine. Comme on agit alors sur une petite surface, on s'impose une faible dépense, surtout si le mal s'est développé au centre d'un vignoble important.

M. Faucon, propriétaire à Graveson (Bouches-du-Rhône), n'admet pas qu'on puisse espérer sauver les vignes attaquées par le *phylloxera* à l'aide des insecticides. Il espère régénérer son vignoble qui était menacé d'une ruine totale, il y a deux ans, en opérant des submersions complètes de quarante à cinquante jours pendant l'hiver, en exécutant des arrosages copieux pendant l'été, et en soumettant la vigne à un nouveau mode spécial de taille. Les résultats obtenus par M. Faucon sont très-remarquables, mais il faut attendre encore avant de porter un jugement définitif sur ces expériences qui, il faut le reconnaître, sont faites avec un soin digne des plus grands éloges.

J'ai dit que le *phylloxera* avait causé de grands dommages dans les vignobles en Amérique. M. Planchon ayant reconnu que cet insecte vit principalement dans les feuilles de la vigne, dans les vignobles bordelais, alors qu'il existe toujours sur les racines de cet arbrisseau dans le Bas-Languedoc, la Provence et le Comtat, pria, l'an dernier, M. Riley, de Saint-Louis, dans le Missouri, de vouloir bien venir en France pour y étudier cet insecte et lui faire connaître s'il est identique au *phylloxera* d'Amérique. Ce savant entomologiste s'empressa de répondre à l'appel que lui faisait l'honorable professeur de la Faculté des sciences de Montpellier, et il franchit par la voie la plus rapide l'énorme distance qui sépare le Bas-Languedoc du Missouri. Après avoir reconnu que le *phylloxera* d'Europe était complétement identique au *phylloxera* d'Amérique, il constata avec étonnement que le même insecte vivait en France sur les racines, alors qu'il l'avait trouvé seulement sur les feuilles dans le Missouri.

Ce fait avait trop d'importance pour que M. Riley, aussitôt après son retour dans sa patrie, n'examinât pas les racines des vignes américaines qu'on avait jusqu'à ce jour négligé d'observer. Une étude attentive lui permit de reconnaître que le *phylloxera* attaque à divers degrés les différents cépages américains, tantôt sur les racines, tantôt sur les feuilles seulement,

tantôt sur les feuilles et les racines. Des remarques semblables avaient été faites par M. Laliman, dans la collection de cépages américains qu'il possède près de Bordeaux. Enfin M. Riley a pu constater que, si tous les essais de nos vignes européennes (*vitis vinifera*), en Amérique, ont échoué sans qu'on ait jamais su pourquoi jusqu'à ce jour, c'est que ces mêmes vignes sont attaquées aux racines et non aux feuilles par le *phylloxera* et qu'elles y meurent très-vite.

La propriété que possèdent certains cépages américains de résister à cet insecte a conduit MM. Laliman et Gaston Bazille à penser qu'on pourrait peut-être préserver nos principaux cépages en les greffant sur les cépages américains plus ou moins réfractaires à l'infection.

C'est dans le but de seconder les viticulteurs de l'Hérault dans cette louable tentative que l'administration de l'agriculture a fait venir d'Amérique, ces jours derniers, un grand nombre de plants du cépage appelé *concord grape*. Cette variété du *vitis labrusca*, espèce américaine à feuilles cotonneuses, est presque complétement réfractaire au *phylloxera*, suivant les observations de M. Riley.

En attendant que ces utiles expériences aient dit leur dernier mot, les viticulteurs du Bas-Languedoc se doivent à eux-mêmes de prendre toutes les mesures voulues pour arrêter le *phylloxera* dans son développement.

Le gouvernement s'est ému des immenses désastres causés par cette nouvelle maladie dans les vignobles des départements de Vaucluse, des Bouches-du-Rhône et du Gard; il n'a pas hésité un seul instant à proposer un prix de 20,000 francs en faveur de l'auteur d'un procédé susceptible de combattre ce nouveau fléau. Ce prix sera décerné, s'il y a lieu, en 1873.

Mais il ne suffit pas, par des expériences pratiques, de chercher un moyen de détruire le *phylloxera*, il importe aussi de poursuivre, de multiplier les observations, afin de pouvoir préciser comment cet insecte passe d'un cep à un autre, alors que tous les pieds sont espacés, en tous sens, de $1^{m}.50$ à 2 mètres. On n'ignore plus aujourd'hui les caractères du *phylloxera*, parce que cet insecte a été étudié et bien décrit par MM. Planchon et Lichtenstein, mais on connaît encore bien peu de chose de ses mœurs. On sait seulement que l'insecte hiverne à l'état jeune, qu'il sommeille pendant plusieurs semaines et qu'il est à l'œuvre de bonne heure; on sait encore qu'il ne peut supporter longtemps ni l'action de l'air ni l'action directe du soleil, et qu'il périt quand il reste plongé dans l'eau pendant quinze à vingt jours. C'est donc aux sociétés savantes, et surtout à la Société d'encouragement pour l'industrie nationale, qu'il appartient de provoquer des études plus complètes et de récompenser les savants qui auront la patience et le savoir pour les mener à bonne fin. De telles observations auront certainement pour conséquence de hâter la découverte du moyen qui permettra de sauver d'une ruine complète l'une des principales richesses agricoles de la France. On ne peut oublier que c'est après la publication des belles études d'Audouin sur la pyrale de la vigne que Raclet a doté la Bourgogne d'un procédé qui a permis de combattre victorieusement cet insecte si redoutable.

En ce moment, le mal s'étend, et de nouveaux foyers d'invasion sont signalés, chaque mois, dans les départements du Gard et de l'Hérault. Toutefois, comme le fléau a mis cinq à six années à se répandre dans le département du Gard, où les vignes sont bien mieux cultivées que dans l'arrondissement d'Orange, on est en droit d'espérer que le *phylloxera* se propagera plus lentement encore dans les arrondissements de Montpellier et de Béziers, où la vigne est douée d'une vitalité très-remarquable, vigueur qui lui permet de donner dans les terrains d'alluvion jusqu'à 400 hectolitres de vin par hectare!

Recherches sur la conservation des vins.

Par M. de Vergnette-Lamotte.

La question de la conservation des vins par le chauffage est devenue tellement obscure, depuis les dernières discussions relatives à ce sujet qui se sont produites devant l'Académie,

qu'il me paraît indispensable de rétablir les faits en quelques mots et de rappeler les bases scientifiques du débat.

C'est au commencement du siècle qu'Appert applique à la conservation des vins les observations si importantes qu'il avait faites sur la conservation des autres substances alimentaires. Je n'ai pas à défendre la cause d'Appert; à la Société centrale d'agriculture, son illustre président, M. Chevreul, a établi de la manière la plus précise ses droits à cette découverte. Mais le procédé d'Appert soulevait deux questions : 1° la conservation du vin; 2° la conservation de sa qualité.

Après avoir, depuis 1850, reconnu aussi que le chauffage préservait les vins de toute altération ultérieure, c'est sur la seconde question que j'ai dirigé mes recherches. Elles ont eu pour but d'apprécier, d'une part, la nature des vins qui devaient être utilement soumis au chauffage, et, de l'autre, les changements que le procédé opère dans leur constitution; et j'ajoute que mes expériences ont porté principalement sur les vins fins de la Bourgogne qui constituent la grande richesse de la Côte-d'Or.

Sans vouloir insister longuement sur des détails techniques qui seraient peut-être déplacés ici, l'Académie me permettra cependant de résumer en quelques mots mes principales observations. Elles ont porté sur les points suivants : la nature des principes solubles qui sont contenus dans le vin; la quantité d'alcool qu'il contient, son âge, son temps de tonneau et son temps de bouteille, sa couleur, l'année de la récolte, et, enfin, la température et la durée du chauffage.

On voit donc combien est complexe et difficile le problème que j'avais à étudier; ai-je réussi à le résoudre? Je ne le prétends point, tant, pour moi, malgré mes observations les plus récentes, la question renferme encore d'inconnu; seulement je pense que mes travaux ont jeté et jetteront quelque lumière sur cet important sujet.

1° Lorsqu'on soumet au chauffage des vins très-jeunes et très-riches en matières solubles (ex. : vins de 1858 et de 1865), on leur donne le cachet des vins d'Espagne et de Portugal.

2° J'ai reconnu que, dans le chauffage, il fallait prendre en très-grande considération la quantité d'alcool contenue dans les vins, et que leur vinosité permettait d'abaisser le degré de chaleur nécessaire à cette conservation. C'est ainsi que, dans les bonnes années, les grands vins de la Côte-d'Or, dont la richesse alcoolique (d'après les essais que je suis régulièrement depuis 1834) peut s'élever à 14 degrés centésimaux, n'exigent qu'une température de 50 degrés pour être préservés de toute altération ultérieure, tandis qu'un vin moins riche en alcool demandera au chauffage une température plus élevée.

3° L'âge d'un vin exerce, d'après mes observations, la plus grande influence sur les caractères qu'il conserve après le chauffage. Tout vin vieux soumis au chauffage devient sec, maigre au goût, enfin il *vieillarde* et laisse dans l'opération une grande partie de ses qualités et presque toute sa valeur vénale. Ce sont là les vins dont, en 1850, je ne conseillais pas l'exportation. Si, au contraire, on applique le chauffage à un vin jeune, on le vieillit utilement et on peut ainsi le livrer plus tôt à la consommation. Ce principe, qui est le résultat de ma longue expérience, résume, selon moi, tout ce que le chauffage des vins présente de plus important.

4° Dans le chauffage des vins, il faut également tenir compte du temps de tonneau et du temps de bouteille. Ainsi, en prenant du vin à un même tonneau, à quatre époques distantes l'une de l'autre d'une année, en l'introduisant dans des bouteilles que l'on chauffe à la même température, j'ai obtenu quatre sortes qui différaient entre elles par des nuances très-sensibles.

5° Le chauffage donne, en général, d'excellents résultats avec les vins blancs. En l'appliquant aux vins jeunes, encore riches en principes solubles, on leur conserve cette qualité si précieuse que les œnologues désignent sous le nom de *liqueur*.

6° La détermination du degré de chauffage auquel les différents vins devaient être chauffés a été un des points importants de mes recherches. J'ai reconnu, en effet, qu'une température exagérée, qui conserve d'autant mieux les vins qu'elle atteint un degré plus élevé, altère souvent leur qualité. Par conséquent, pour les vins fins, la question à résoudre était de fixer le minimum de température qu'il fallait leur appliquer au point de vue de la con-

servation. En 1850, déjà, je faisais varier la température du chauffage de 50 à 75 degrés centésimaux, et j'ai reconnu que les grands vins de la Bourgogne, riches en alcool, pouvaient conserver leurs principales qualités et acquérir une tenue remarquable par un chauffage de 50 degrés seulement. J'attache, je l'avoue, une grande importance à la fixation de ce chiffre, que j'ai indiqué le premier.

7° J'ai fait ressortir tous les avantages que présente, au point de vue pratique de la conservation des vins, l'emploi rapide d'une température peu élevée qui conserve mieux au liquide ses précieuses qualités. En 1864, ayant été conduit, par un heureux hasard, à étudier quelle était, sur les vins, l'influence de ces basses températures, lorsque leur action se prolongeait, j'ai reconnu le fait suivant : En chauffant au-dessous de 50 degrés, et pendant deux mois, des vins de Bourgogne, riches en alcool et en matières solubles, non-seulement j'ai empêché leur altération, mais j'ai encore développé certaines qualités appréciées des consommateurs, tandis que les mêmes vins avaient souffert de leur séjour dans une mauvaise cave.

L'étude de ce fait a encore eu pour résultat de me permettre d'être fixé davantage sur le minimum de température que demandaient au chauffage les grands vins de la Bourgogne.

8° Le chauffage ne réussit pas également avec toutes les récoltes; ainsi, avec les vins de 1865, les résultats ont été remarquables, et ils me paraissent, jusqu'à présent, douteux pour les vins de 1868.

On peut conclure des différentes propositions que je viens d'établir qu'il existe, pour ainsi dire, pour chaque vin, des conditions particulières de chauffage, qui, tout en assurant sa conservation, doivent encore ne pas compromettre sa qualité.

On voit combien nous sommes loin du principe absolu d'Appert. Dans toutes mes expériences, je n'ai jamais employé d'autre chauffage que le chauffage en vases clos.

Je tiens à bien faire encore remarquer que les vins chauffés m'ont constamment donné des dépôts. Cette observation, que j'ai faite dès le principe et qui d'abord n'avait pas été admise, a son importance dans l'étude des ferments; nous y reviendrons plus tard.

Enfin, je dirai, en terminant ce qui est relatif au chauffage, que l'appréciation de ses effets n'est souvent possible que longtemps après l'opération.

Je viens de résumer les principales observations que j'ai faites sur les effets que la chaleur exerce sur les vins. On me permettra de présenter également à l'Académie les faits que j'ai observés sur l'*amélioration* des vins par la congélation. Cette opération, utilement appliquée, de temps immémorial, à nos grands vins de Bourgogne, exigeait des études que j'ai entreprises, même avant de m'occuper du chauffage.

Dans le débat qui s'est agité devant l'Académie, on a voulu, bien à tort, établir une confusion entre les effets produits sur les vins par l'emploi de ces méthodes. Les deux opérations ont des résultats distincts l'un de l'autre; et, quant à moi, je ne les ai jamais confondus dans mes travaux.

Je viens de dire ce qu'est le chauffage. La congélation a toujours pour but l'*amélioration* des vins.

Un des effets de la congélation est de concentrer les parties sapides du vin; elle est donc surtout applicable aux vins fins, peu riches en alcool.

Mais quelles sont les conditions que demande le procédé? Telle est la question très-complexe que j'ai traitée, il y a quelques années, dans plusieurs Mémoires. J'en rappellerai, en peu de mots, les points principaux. A plusieurs reprises, ce sujet a déjà fixé l'attention de l'Académie, et mon nom a eu l'heureuse fortune de se trouver, à cette occasion, allié à ceux des Chevreul, des Boussingault, des Thenard; ces hommes éminents ont, par leurs propres travaux sur cette question, été conduits aux mêmes résultats que moi.

Les vins légers, peu alcooliques, peu acides, doués d'une grande finesse, gagnent à la congélation, qui les *améliore*, de manière à souvent doubler leur valeur, tandis qu'elle n'est pas utile avec les vins communs, ni avec ceux qui sont doués de toutes les qualités que l'on demande aux grands vins des années normales.

Cependant, lorsqu'on applique la congélation à ces derniers vins, on obtient des produits

doués d'une grande tenue et très-riches en alcool. Ces vins ont toujours admirablement réussi comme vins d'exportation. Le procédé a donc ici le double avantage d'améliorer les vins et de leur permettre de résister en fûts (j'insiste sur ce mot) aux plus rudes épreuves des longs voyages.

En disant, en peu de mots, comment j'ai compris les effets du chauffage et de la congélation sur les vins, j'ai démontré, je l'espère, combien on a mal interprété mes travaux. Ce sera là ma seule réponse à la critique passionnée dont ils ont été l'objet.

En résumé, l'Académie comprend aujourd'hui quel a été mon rôle dans le débat relatif à la conservation des vins et à leur amélioration.

Me plaçant au point de vue de la consommation et de l'importation de nos grands vins de Bourgogne, j'ai pris deux méthodes qui existaient dans la science pour conserver et améliorer les vins, c'est-à-dire la congélation et le chauffage, et j'ai étudié, pendant un grand nombre d'années, la plupart du temps sur des vins que j'avais récoltés, dans quelles conditions ces deux méthodes pouvaient être utilement appliquées aux grands vins de la Côte-d'Or. Voilà quel a été et quel est encore, comme l'Académie le voit par cette communication, le but de mes recherches.

Si je crois avoir donné à la pratique œnologique des renseignements utiles et qui lui manquaient de la manière la plus absolue, je n'ai aucune prétention, je le déclare, sur les questions théoriques relatives aux ferments des vins qui ont été émises par M. Pasteur, et dont je lui laisse toute la responsabilité.

L'Académie a entendu les attaques si vives qui ont été dirigées contre moi; elle voudra bien me tenir compte de la modération que j'apporte dans cette discussion. Je l'avouerai cependant, devant les insinuations blessantes qu'on a introduites dans le débat, cette modération m'eût été impossible, si je n'avais eu la confiance qu'en rétablissant les faits j'assurais tous mes droits; et j'espère, en définitive, que, dans sa haute équité, l'Académie m'accordera la modeste part que je réclame dans l'application des méthodes relatives à la conservation des vins, qui ont fait le sujet de cette communication.

Observations au sujet de la lecture de M. de Vergnette.

Par M. Pasteur.

Il y a beaucoup de choses dans la note que vient de lire M. de Vergnette. Les assertions au sujet de la priorité de l'invention du chauffage comme moyen de conservation des vins, qui sont seules en litige, se trouvent noyées et comme perdues au milieu de remarques qui me paraissent empruntées exclusivement à mes propres publications concernant cette pratique. Au lieu de répondre avec simplicité à des conclusions formulées avec précision par M. Balard, M. de Vergnette accumule des explications confuses et m'oblige de rétablir quelque clarté dans ce débat.

M. de Vergnette prétend que déjà, en 1846 et en 1850, il a conservé des vins par le chauffage. J'affirme de nouveau et après M. Balard, qui l'a établi si clairement, qu'à ces époques M. de Vergnette n'a introduit que des erreurs dans la question du chauffage, qu'il a rendue, en outre, profondément obscure. En 1850, le chauffage, entre 50 et 75 degrés, était pour M. de Vergnette une épreuve qu'il fallait faire subir à un échantillon de vin à exporter. Si l'échantillon résistait à cette épreuve de la chaleur, le vin était d'une santé robuste; il pouvait voyager. Dans le cas contraire, il fallait s'abstenir de l'expédier. Tout cela est erroné. Je le répète donc encore : M. de Vergnette n'a rien compris à l'action de la chaleur sur le vin en 1850.

Il me vient à la pensée un argument : puisque M. Thenard trouve que M. de Vergnette a des droits à la priorité de l'invention du chauffage, pourquoi donc dans le rapport qu'il a lu, en 1864, à l'Académie, sur les titres de cet œnologue à la place de correspondant, pourquoi, dis-je, M. Thenard n'a-t-il pas dit un seul mot du travail de 1850 de M. de Vergnette concernant le chauffage des vins? C'est qu'à cette date je n'avais rien publié encore sur la question du chauffage et son importance pratique.

Il y a un autre travail, un seul, de M. de Vergnette, sur le chauffage des vins; il est de 1865, postérieur de trois semaines à la prise de date que j'ai donnée à mes études, le 11 avril

1865. Sa note fait connaître un procédé dont je laisse à M. de Vergnette toute la responsabilité : il consiste à placer les vins de Bourgogne sous un toit, dans un grenier, pendant deux mois, en juillet et août.

M. de Vergnette établit, dans la note ci-dessus, une distinction entre le chauffage en vase clos et le chauffage au contact de l'air. Cette distinction m'appartient, et j'ai, le premier, insisté pour que, dans le chauffage en grand, on se rapproche le plus possible des conditions du chauffage en bouteille.

M. de Vergnette dit encore (autant qu'on peut répondre d'avoir bien compris en écoutant une lecture, quelque attention qu'on y apporte) :

« Il faut chauffer les vins jeunes, pour les vieillir...... Les vins vieux, soumis au chauffage, deviennent secs et vieillardent. »

N'ai-je pas publié que les vins chauffés après plusieurs années de bouteilles conservent moins bien leurs qualités délicates que si on les avait chauffés plus jeunes?

M. de Vergnette dit encore qu'il a fait ressortir les avantages de l'emploi *rapide* d'une température peu élevée. Mais, avant qu'il connût exactement ma méthode, pourquoi donc M. de Vergnette conseillait-il d'exposer le vin à la chaleur *lente* d'un grenier *pendant deux mois?*

M. de Vergnette, pour établir qu'il a conservé du vin en 1850 par le chauffage, vient de lire la phrase suivante de son mémoire portant cette date :

« ......Nous avons toujours réussi, en faisant varier la température du bain de 50 à 75 degrés centigrades, à préserver *les vins de qualité*, soumis à ces essais, de toute altération ultérieure. »

Je le prie itérativement de lire la phrase suivante qui donne le vrai sens de celle qui précède.

M. de Vergnette s'y refusant, je la rétablis :

« Il n'en était pas de même pour ceux qui, *d'une santé douteuse*, *ne présentaient point cette composition normale* sans laquelle les vins ne se conservent pas. *Dans ce cas, ils ne résistent pas à cette épreuve.* »

J'attends la réponse de M. de Vergnette, et je regrette son silence.

Observations relatives à la réponse faite par M. Pasteur dans la séance précédente, à propos de la conservation des vins.

Par M. de Vergnette-Lamotte.

Dans la dernière séance de l'Académie, lorsque M. Pasteur me contestait le peu que j'ai fait sur la question si importante du chauffage des vins, j'ai cru devoir, pour établir mes droits, lire la phrase suivante, extraite de mon mémoire de 1850 :

« Nous avons répété cette expérience (le chauffage en vases clos) sur d'autres vins, à l'époque de leur mise en bouteilles, et toujours nous avons réussi, en faisant varier la température du bain-marie de 50 à 75 degrés centigrades, à préserver les vins de qualité soumis à ces essais de toute altération ultérieure. »

La phrase qui suivait se trouve dans les *Comptes-rendus* du 24 février dernier, et la note que je venais de communiquer à l'Académie avait eu surtout pour but de répondre aux critiques qu'elle avait soulevées.

J'ai donc cru inutile de la lire à l'Académie, comme le demandait M. Pasteur, puisque cette lecture devait me conduire à répéter les conclusions de mon travail et à rentrer immédiatement dans un débat dont l'Académie paraissait fatiguée.

Mon silence ayant été mal interprété, je viens aujourd'hui compléter ma citation. J'ajoutais donc ceci :

« Il n'en était pas de même pour les vins qui, d'une santé douteuse, ne présentaient pas cette composition normale sans laquelle les vins ne se conservent pas; dans ce cas, ils ne résistent pas à cette épreuve. »

Ainsi, déjà en 1850, je reconnaissais que si le chauffage pouvait s'appliquer utilement à la conservation de certains vins (les vins bien faits et naturels), il en était d'autres qui étaient altérés par cette opération.

Ce que j'ai dit en 1850, je le répète encore aujourd'hui : le chauffage, pratiqué sans intelligence, compromet quelquefois la qualité des vins.

Je pourrais, dans ma longue expérience, trouver plusieurs faits qui confirment ce principe ; mais, pour en démontrer toute l'importance, je ne puis mieux faire que de reproduire devant l'Académie ce que, d'après des renseignements que je dois croire exacts, sont devenus quelques-uns des vins chauffés par la marine.

Des vins du Midi, vinés à 13 degrés d'alcool et soumis au chauffage, ont été envoyés en 1869 au Gabon et en Cochinchine. Une partie de ces vins, revenus en France, a été soumise à la dégustation.

Il a été reconnu qu'ils étaient presque entièrement décolorés et avaient pris une saveur désagréable et comme *pharmaceutique*.

Un pareil fait porte avec lui de grands enseignements. En effet, si de semblables résultats ont été constatés, et cela avec des vins communs qui sont devenus impotables, on comprendra que certains vins fins, dont le prix réside principalement dans une franchise de goût absolue, puissent aussi être atteints dans cette franchise par le chauffage.

N'ayant plus alors aucune valeur industrielle, ils sont tout autant perdus pour le commerce que s'ils avaient subi une des décompositions connues du vin.

En disant les insuccès que donne le chauffage, insuccès déjà moins fréquents qu'autrefois, je suis loin de condamner le procédé.

J'en ai, dans mon mémoire de 1850, à plusieurs pages, et depuis, ailleurs, constaté et recommandé l'efficacité, surtout lorsqu'on opère sur des vins naturels, bien faits, sur des vins blancs, etc. Mais encore une fois, pour obtenir de bons résultats de cette opération, il ne faut pas seulement se préoccuper de la conservation du vin, c'est-à-dire le préserver des maladies connues qui l'atteignent, mais tenir compte encore de la conservation de sa qualité.

Je répondrai peu de mots aux observations de M. Pasteur. Étudiant la question au point de vue des effets de la chaleur sur les vins et non au point de vue de leur conservation par le chauffage, conservation qui, pour moi, n'est plus en question depuis mon expérience de 1846 sur les vins de 1840, je recherchai, comme je le dis dans mon mémoire de 1850, quelles conditions devaient remplir les vins destinés aux longs voyages. Ces essais ont rendu de grands services au commerce d'exportation ; aussi, malgré les critiques de M. Pasteur, je continuerai à en conseiller l'emploi.

On le voit, là encore, M. Pasteur a introduit une confusion qui fait la base de tout son raisonnement.

En définitive, ce sont les parties les plus attaquées de mon mémoire de 1850 qui ont peut-être le plus d'importance à mes yeux, puisque, à cette date déjà, je disais qu'il y avait un choix à faire parmi les vins qui pouvaient être, utilement ou non, soumis au chauffage.

L'emploi de ce procédé ayant pour résultat de remplacer les maladies connues du vin par d'autres effets favorables ou non au développement de ses qualités, c'est donc à l'étude de ces changements qu'on devra demander les conditions qui importent à la réussite du procédé.

Quant aux effets de l'action prolongée du chauffage sur les vins riches en alcool, je maintiens l'exactitude de tout ce que j'ai dit à ce sujet.

En résumé, si l'Académie veut bien remarquer que ce mémoire, qui a soulevé de si nombreuses critiques, a été publié il y a vingt-deux ans, elle m'accordera, je l'espère, qu'il avait déjà jeté quelque lumière sur cette question si neuve alors du chauffage des vins.

Ainsi, après avoir confirmé le principe d'Appert, j'avais abaissé à 50 degrés la température du chauffage, température que j'avais d'abord portée à 95°C.

Je signalais, dans ce travail, le grand défaut du chauffage qui dessèche et maigrit les vins.

Enfin, après avoir fait mes réponses sur les effets nuisibles qu'il pouvait avoir sur certains vins, je disais qu'il m'avait toujours donné d'excellents résultats avec les vins blancs.

Ces observations ont aujourd'hui la consécration du temps. Aussi l'Académie me permettra de lui dire, en terminant, que si, dans ce débat, j'ai fait tous mes efforts pour laisser de côté devant elle les questions personnelles et irritantes, j'entends ne rien abandonner de ce qui peut m'appartenir dans les travaux qui ont été publiés sur le chauffage des vins.

Réponse à la communication précédente de M. de Vergnette-Lamotte.

Par M. Pasteur.

La question n'est pas de savoir si le procédé de conservation des vins par le chauffage est une pratique pouvant rendre de grands services, ou si, parmi les vins vinés et plus ou moins aérés, chauffés par la marine, il en est qui ont pu devenir maigres, se dépouiller de leur couleur pendant un voyage au Gabon ou en Cochinchine. Nous traitons une question de priorité soulevée par M. Thenard, en faveur de M. de Vergnette, à l'instigation de M. Fremy.

Une seule chose importe, c'est de savoir si, en 1850, M. de Vergnette a conservé des vins par le chauffage. Je le nie de la manière la plus absolue et voici mes preuves (1).

Que dit M. de Vergnette pour appuyer ses prétentions? Il cite la phrase suivante de son mémoire de 1850 :

« Nous avons répété cette expérience sur d'autres vins, à l'époque de leur mise en bouteilles; et toujours nous avons réussi, en faisant varier la température du bain-marie de 50 à 75 degrés centigrades, à préserver de toute altération ultérieure les vins de qualité soumis à ces essais. »

L'Académie n'a pas oublié qu'invité par moi et par plusieurs de nos confrères à lire la phrase suivante qui donne à celle qui précède son véritable sens, M. de Vergnette s'y est refusé. Je rétablis cette phrase :

« Il n'en était pas de même pour ceux qui, d'une santé douteuse, ne présentaient point cette composition normale sans laquelle les vins ne se conservent pas. Dans ce cas, ils ne résistent point à cette épreuve. »

Que signifient donc ces mots de la première phrase : *J'ai réussi à préserver des vins de qualité de toute altération?* Ils signifient que les vins étaient *d'une santé non douteuse,* robustes, c'est-à-dire susceptibles de se conserver naturellement. Dans ce cas, dit M. de Vergnette, l'épreuve de la chaleur ne les altère pas; mais si les vins *ont une santé douteuse, ne présentant point une composition sans laquelle ils ne se conservent pas,* l'épreuve de la chaleur les altère. Tout ceci repose sur des erreurs; mais passons.

Nous verrons plus tard, poursuivit M. de Vergnette, *quel parti on peut tirer de ces observations.* Lisons donc aux pages 523 et 524 du recueil où se trouve le mémoire de M. de Vergnette quel est ce parti qu'il a tiré de ses observations sur le chauffage, observations erronées, je le répète.

« Nous savons que les voyages dans les pays chauds produisent sur les vins le même effet que la chaleur d'un bain-marie ou celle d'un four, dans les limites de 60 à 70 degrés centigrades. Si donc, après avoir soumis à la congélation des vins qui doivent être exportés, nous en exposons dès qu'ils sont devenus assez limpides pour être tirés en bouteilles UN ÉCHANTILLON à l'action de la chaleur, nous pouvons, *dans le cas où ils résistent à cette épreuve, et si l'on se rappelle ce que nous avons dit plus haut,* en conclure qu'ils résisteront aussi à toutes les fatigues des plus longs voyages. »

La chaleur était donc pour M. de Vergnette une épreuve qu'il faisait subir aux vins, sur des échantillons, pour savoir si elle les altérait séance tenante. Par exemple : un propriétaire de vins qui doit faire une expédition a un grand intérêt à ne livrer que des vins qui se comporteront bien ultérieurement. Eh bien! dit M. de Vergnette, que ce propriétaire chauffe des *échantillons* de ces vins. S'il en est parmi ces échantillons qui résistent à l'épreuve du chauffage, les vins correspondants sont robustes, on peut les expédier. S'ils ne résistent pas à cette opération du chauffage, c'est qu'ils sont d'une santé douteuse, et il ne faut pas les livrer. Encore une fois, cela est erroné. Si l'on pouvait, en effet, connaître *a priori* quels sont les vins qui ont une santé douteuse, il faudrait précisément leur appliquer la pratique du chauffage préalable avant de les livrer. M. de Vergnette-Lamotte n'a donc pas conservé, en 1850, une seule goutte de vin par le chauffage. Cela a la clarté de l'évidence.

Dans le résumé qui termine son mémoire, on retrouve mieux précisé encore ce caractère

---

(1) Il existe deux mémoires de M. de Vergnette sur le chauffage. Le premier est de 1850, le second du 1er mai 1865. — Ce dernier étant postérieur à la première prise de date de mes études, le 11 avril 1865, je n'ai à m'occuper que de ce que dit le mémoire de 1850, puisque seul il peut faire autorité dans le débat.

d'*épreuve* qu'il prétend faire subir à des échantillons de vins en les chauffant, épreuve complétement illusoire, puisqu'elle repose sur une erreur capitale, comme je viens de le dire.

Voici ce résumé. On lit p. 524 du mémoire de 1850 :

« En résumé, nous n'admettons pas que les vins doivent, pour être expédiés au dehors, subir aucun conditionnement qui entraîne avec lui l'addition de substances étrangères.

« Pour nous, il n'est qu'une manière rationnelle d'améliorer les vins qui doivent faire de longs voyages, *c'est de les concentrer par la congélation......*

« Les vins qui ont voyagé dans les pays chauds présentent tous les caractères des vins que l'on soumet artificiellement, dans les limites de 60 à 70 degrés centésimaux, à la chaleur d'un four ou à celle d'un bain-marie. *Si, après avoir soumis à cette épreuve quelques échantillons des vins que l'on veut exporter, on reconnaît qu'ils y ont résisté, on pourra, en toute sécurité, les expédier; dans le cas contraire, on devra s'en abstenir.* »

Parlons maintenant des droits d'Appert dans la question : je les ai revendiqués le premier, et je lui ai rendu la justice que M. de Vergnette lui a refusée en 1850. Le nom d'Appert n'est cité qu'une seule fois par M. de Vergnette-Lamotte; voici dans quels termes :

« Ne peut-on pas, en outre, s'assurer *à priori* si les vins résisteront aux fatigues qui résultent de leur envoi dant les pays chauds?

« J'ai observé, il y a quelques années, un fait assez important qui contribuera singulièrement à éclaircir la question. Souvent obligé, dans le moment de la récolte, de conserver, par la méthode Appert, des moûts destinés à des expériences qui ne pouvaient être faites que plus tard, *j'ai* AUSSI *appliqué ce procédé à des vins de différentes qualités.* »

M. de Vergnette-Lamotte s'attribue donc dans cette dernière phrase le mérite d'avoir le premier appliqué la chaleur aux vins, tandis que ce mérite revient à Appert. Mais Appert, tout en affirmant la conservation, ne l'avait pas démontrée, et ce n'est pas devant cette Académie qu'il est besoin d'insister sur la différence qui sépare une affirmation d'une preuve. (*Voir* à ce sujet la note de M. Balard.)

On se prend aujourd'hui d'une belle passion pour les droits d'Appert; c'était en 1850 qu'il fallait les rappeler non pour les moûts, mais pour les vins, et surtout quand il s'est agi de l'expérience dont parle M. de Vergnette sur le vin blanc, expérience qui est la reproduction textuelle de celle d'Appert, sans la mention de son nom et sans la démonstration qui a manqué également à l'expérience de cet éminent praticien.

En résumé, Appert, ainsi que je l'ai publié dans nos *Comptes-rendus* (séance du 4 décembre 1865), a affirmé la possibilité de la conservation des vins par le chauffage, mais il ne l'a pas démontrée. M. de Vergnette, en 1850, s'est attribué le mérite qui revient à Appert d'avoir le premier appliqué la chaleur aux vins, et il a obscurci complétement la question par des erreurs palpables. J'ai, le premier, non-seulement démontré la conservation possible de tous les vins naturels, les plus communs comme les plus fins, par une action préalable de la chaleur, à 60 degrés, ne fût-ce que pendant une minute; j'ai donné, en outre, la théorie complète de cette pratique. En France comme à l'étranger, le temps et la raison ont déjà fait justice de toutes les assertions dernières. En Bourgogne notamment, je sais que l'on s'étonne des prétentions de M. de Vergnette et des affirmations gratuites de son ami M. Thenard, qui a cru pouvoir traiter *ex abrupto*, devant le conseil général de la Côte-d'Or, en 1869, une question de priorité, n'ayant qu'une connaissance très-insuffisante du sujet.

Réponse à la communication faite par M. Pasteur dans la séance précédente.

Par M. THENARD.

Dans la dernière séance, M. Pasteur a dit :

« Il me vient à la pensée un argument : Puisque M. Thenard trouve que M. de Vergnette a des droits à la priorité de l'invention du chauffage, pourquoi donc dans le rapport qu'il a lu en 1865, à l'Académie, sur les titres de cet œnologue à la place de correspondant, pourquoi, dis-je, M. Thenard n'a-t-il pas dit un seul mot du travail de 1850, de M. de Vergnette, concernant le chauffage des vins? C'est qu'à cette date je n'avais rien publié encore sur la question du chauffage et son importance pratique. »

Et M. Pasteur a reproduit cette phrase dans les *Comptes-rendus* (18 mars).

Voici ma réponse :

Je m'étonne d'abord que M. Pasteur dévoile ce qui s'est passé en comité secret.

Quant à mon silence, je m'explique. Lorsqu'un rapporteur se présente devant l'Académie, il doit, s'il se respecte, éliminer des titres du candidat ce qui, avec une certaine vraisemblance, pourrait être plus ou moins contesté. Or, au temps où se reporte M. Pasteur, qu'y avait-il d'acquis à la question? C'est que Appert par sa méthode (le chauffage en vase clos à 70 degrés) préservait les vins des maladies auxquelles, sans le chauffage, ils sont naturellement sujets; mais il les rendait sujets à d'autres maladies commercialement tout aussi dangereuses.

C'est ce qu'avait discerné M. de Vergnette dans son mémoire de 1850; mais, à côté de titres considérables, fallait-il produire cette nuance? C'était évidemment notre droit, mais il ne nous a pas paru utile de le faire valoir; on aurait pu nous objecter, non sans raison, Appert, l'inventeur du principe, et devant une assemblée moins bien préparée alors qu'aujourd'hui à sentir l'importance réelle de ces délicatesses, nous aurions pu ne pas être compris.

Maintenant, pourquoi ai-je gardé le silence depuis le 1er mai 1865, jour de la présentation du dernier mémoire de M. de Vergnette, celui où il fixe le degré de température qu'on ne doit pas dépasser, jusqu'à la fin d'août 1869? C'est parce que, pendant toute cette période, je pensais que le temps et la raison feraient la part d'Appert, de M. de Vergnette et de M. Pasteur. Ceci explique le silence auquel mon amitié avait jusque-là contraint M. de Vergnette, lorsque tout à coup il m'a fallu répondre au discours de M. le maréchal Vaillant, qui, ignorant peut-être les travaux d'Appert et de M. de Vergnette, est venu devant la Bourgogne étonnée élever un piédestal à M. Pasteur.

Ce n'est donc qu'à regret que je suis entré dans cette discussion, où la science n'a rien à gagner et des hommes de mérite beaucoup à perdre; mais, puisque je suis contraint à parler, je dois dire ce qui pour moi est la vérité.

NOTE SUR L'EXTRACTION DOCIMASTIQUE DES MINERAIS DE BISMUTH

ET SUR

LA MÉTHODE DOCIMASTIQUE POUR SÉPARER CE MÉTAL DU CUIVRE, DE L'ARSENIC, DE L'ANTIMOINE ET DU PLOMB.

Par Hugo Tamm.

Considéré au point de vue chimique, et même au point de vue commercial, le bismuth peut être rangé parmi les métaux précieux. Il en est le moins précieux, et sa métallurgie, comme celle de ses congénères, est des moins compliquées, car elle a, pendant longtemps, consisté dans le simple procédé de séparer par la fusion le métal de sa gangue, tant que le produit commercial a été principalement fourni par le bismuth natif. Mais cette source que l'on croyait inépuisable est sur le point de tarir, et cependant les demandes de ce métal, surtout dans un grand état de pureté, deviennent tous les jours plus nombreuses. De là, l'impérieuse nécessité de chercher de nouveaux champs d'exploration, et de découvrir de nouveaux dépôts ; or, comme l'on emploie aujourd'hui pour l'extraction du bismuth tous les minerais qui peuvent renfermer ce métal mêlé avec d'autres substances, son traitement métallurgique a perdu beaucoup de sa simplicité primitive. Il est donc indispensable de trouver, pour surmonter les difficultés introduites dans cette extraction par les nouveaux minerais, des réactions neuves ou des applications inusitées de réactions connues.

Je crois avoir mieux réussi que tout autre métallurgiste à perfectionner l'extraction et l'affinage du bismuth, surtout au point de vue docimastique; car, jusqu'à présent, ces deux chef de la métallurgie du bismuth ressortaient presque autant des opérations mécaniques que des réactions chimiques.

Je diviserai mon sujet en deux parties :

1° Extraction ou essai du bismuth ;

2° Affinage du bismuth brut.

I. — Extraction ou essai du bismuth.

Toutes les fois que le minerai à traiter est de nature simple, qu'il n'est pas associé à d'autres minerais, et qu'il contient du bismuth métallique, ou à l'état de sulfure, d'oxyde ou de carbonate, ou qu'il consiste, comme il arrive souvent, en un mélange d'oxyde, de carbonate, de sous-sulfate ou d'oxychlorure, l'extraction du bismuth se réduit à l'opération très-simple de mélanger le minerai avec un fondant le plus fusible possible, en y ajoutant, en quantité convenable, une substance réductrice qui est généralement de la poudre de charbon.

Il est inutile de fixer des règles particulières relativement à la nature et à la quantité du fondant, ainsi qu'à la substance réductrice que l'on doit employer dans cette opération ; il ne serait même pas prudent de donner un avis à cet égard, car la meilleure direction à suivre est dictée par la nature des matériaux dont on dispose, et par les résultats des quelques essais préalables que l'on doit faire avec des proportions diverses du fondant et de l'agent réducteur ; le but que doit se proposer le métallurgiste étant d'obtenir dans une opération donnée la plus grande quantité possible de métal. Nous dirons, cependant, qu'un des meilleurs fondants, qui est aussi l'un des plus simples, consiste en un mélange de deux parties de carbonate de potasse ou de soude, avec une partie de chlorure de sodium, auquel on ajoute une proportion convenable de tartre rouge ou de cyanure de potassium, et une grande quantité de poudre de charbon. Cette opération n'offre absolument rien d'important ou de nouveau, et il n'y a pas de raison de présumer qu'elle subisse jamais aucune modification essentielle.

II. — Extraction ou essai de bismuth du minerais contenant une grande proportion de cuivre.

La séparation directe du bismuth dans les minerais contenant de fortes proportions de cuivre est un problème d'une grande difficulté, et sa solution très-importante offre un vif intérêt. La difficulté consiste surtout dans le fait que le cuivre aussi bien que le bismuth se comportent, dans presque tous les cas, d'une manière identique en présence des réactifs docimastiques. Je crois avoir réussi à découvrir des moyens très-simples et très-pratiques pour effectuer la séparation directe de ces deux métaux.

Les principales sortes de minerais contenant à la fois du bismuth et du cuivre sont les pyrites cuivreuses de bismuth, ou minerais sulfurés, et les oxydes doubles ou carbonates de bismuth et de cuivre, ou minerais oxydés.

Ces deux genres de minerais peuvent être et sont généralement combinés avec d'autres métaux, mais ces corps étrangers ne constituent ordinairement qu'une fraction minime du tout, et on trouvera le moyen de les éliminer à l'article affinage.

La réaction sur laquelle est fondée la séparation du bismuth d'avec le cuivre consiste dans le fait que les réactifs carbonatés, et par conséquent le charbon lui-même, en présence des fondants alcalins, réduisent le sulfure de bismuth à l'état métallique, sans agir de même sur le sulfure de cuivre.

Dans le traitement des minerais sulfurés, les métaux étant déjà à l'état de sulfures, il suffit d'en opérer la fusion avec un mélange de carbonate de potasse ou de soude et de sel, auquel on ajoute un peu de fleur de soufre ou de soufre pulvérisé, et du charbon de bois ou toute autre substance charbonneuse.

Dans cette opération le bismuth métallique est extrait très-facilement, et le métal ainsi obtenu est assez exempt de cuivre. On recommande d'ajouter un peu de soufre afin d'assurer une sulfuration complète du cuivre pendant toute la durée de l'opération, et surtout afin d'empêcher toute désulfuration du cuivre par l'alcali, et par suite, autant que possible, la réduction de ce métal.

Avec les minerais oxydés l'opération est tout à fait semblable à celle que nous venons de décrire ; elle en diffère seulement sous le rapport de la quantité de soufre employé, qui est,

dans ce cas, beaucoup plus grande, puisqu'on a à sulfurer l'ensemble de tous les métaux.

Trois parties du minerai sont mélangées avec deux ou trois parties d'un fondant dont la composition est la suivante :

Carbonate de soude......................	5 parties.
Sel...	2 —
Soufre....................................	2 —
Charbon en poudre.....................	1 —

Suivant chaque cas particulier il y aura avantage à changer la composition du fondant, ou à en varier les proportions ; et toute personne accoutumée aux opérations docimastiques ou métallurgiques appréciera, après quelques essais synthétiques, comment il faut agir pour tirer le meilleur parti de cette réaction.

On observera, en général, que la quantité de fondant et de réactifs nécessaires pour l'extraction peut être notablement réduite quand l'opération est exécutée sur une grande échelle. D'un autre côté, nous mentionnerons, quoique ce soit peut-être inutile, que le cyanure de potassium, dans l'opération en question, est un admirable substitut du carbone.

Dans ce procédé d'extraction du bismuth au moyen du soufre et du charbon, il y a une perte d'environ 8 pour 100 de bismuth contenu dans le minerai. Cette perte est inévitable; mais elle est bien plus forte par rapport aux métaux arsenic, plomb et antimoine qui, dans cette opération, sont réduits en même temps que le bismuth; et le métal brut, obtenu par ce procédé n'est pas aussi impur que le métal correspondant que l'on obtient par la réduction directe des minerais oxydés; de plus tout le cuivre reste dans le laitier.

Quand on applique le procédé au soufre et charbon, il faut avoir grand soin de ne pas se servir d'agitateurs en fer, parce que ce métal réduit rapidement le sulfure de cuivre à l'état métallique, surtout en présence des alcalis.

C'est ainsi que se trouve résolu le problème de la séparation docimastique du bismuth d'avec le cuivre, qui est certainement un des plus difficiles que puisse proposer la métallurgie.

L'introduction du soufre comme réactif direct docimastique dans les opérations métallurgiques ouvre, je le crois, une voie nouvelle dans cette branche de l'industrie. La facilité avec laquelle un problème difficile est résolu par l'emploi de cette substance, est de nature à conduire aux résultats les plus inespérés; et pour donner une idée de l'importance probable que peut avoir ma découverte dans l'avenir, je citerai un exemple peu connu et qui se rattache à mon sujet, quoique d'une manière indirecte.

Lorsqu'un alliage de plomb et d'antimoine est sulfuré par l'action directe du soufre à la chaleur rouge, il arrive, contrairement à toute prévision, que le plomb est sulfuré graduellement le premier, et qu'après un certain temps, une couche d'antimoine métallique, passablement exempte de plomb, se trouve disposée au-dessous d'une couche de sulfure de plomb assez exempte de sulfure d'antimoine. Ce fait est, en vérité, très-remarquable, d'autant plus que le plomb et l'antimoine qui, séparés l'un de l'autre, peuvent différer essentiellement au point de vue docimastique, se comportent, à l'état d'alliage, d'une manière presque identique.

Le procédé que je propose pour séparer le bismuth du cuivre sera surtout appliqué avec fruit quand on aura à extraire le bismuth de minerais contenant de grandes quantités de cuivre. Lorsque ce dernier métal, au contraire, ne se trouvera dans les minerais qu'en très-petites proportions, il y aura avantage à opérer la fusion de tous les métaux à la fois, et à les séparer ensuite les uns des autres dans les opérations spéciales de l'affinage. Cependant je recommande le procédé au soufre et charbon pour le traitement de toutes quantités un peu importantes de minerais formés d'oxydes de bismuth et de plomb, avec faibles proportions d'acides arsénieux et antimoniques, et d'oxydes de cuivre; car on ne connaît pas de moyen pour séparer directement le bismuth des minerais renfermant une grande quantité de plomb, et l'on a observé que le bismuth extrait par le procédé au soufre contient moins de plomb que le métal correspondant obtenu directement des minerais oxydés. La même remarque s'applique à l'arsenic et à l'antimoine, et elle est confirmée par la manière dont se comportent les sulfures de ces métaux avec les sulfures alcalins.

Affinage docimastique du bismuth brut.

Il est rare que les divers minerais de bismuth, sulfurés ou oxydés, que je viens de décrire, ne soient composés que de bismuth et de fer, ou seulement de bismuth, de cuivre et de fer. Ils contiennent presque tous des proportions variables de plomb, d'arsenic et d'antimoine, métaux qui sont réduits, au moins en partie, en même temps que le bismuth, quel que soit le procédé d'extraction employé. Je dirai même que le métal obtenu par le procédé au soufre, appliqué aux minerais de bismuth cuivreux, contient encore une petite quantité de cuivre, dont il est important de se débarrasser.

Le bismuth, extrait par un procédé quelconque, est si généralement exempt de fer, qu'il est inutile de se préoccuper de ce métal, qui reste tout entier dans les laitiers.

La cassure d'un bon bismuth et celle de ses divers alliages est si caractéristique, qu'il est rarement nécessaire d'avoir recours à l'analyse pour déterminer le procédé particulier que l'on aura à employer pour l'affinage du métal brut.

Le bismuth pur est plus dur que la plupart de ses alliages. Sa cassure est brillante et il a une belle couleur rougeâtre. Le bismuth qui contient de l'arsenic donne une belle cassure, consistant en grandes lames d'une couleur plus blanche que celle du bismuth pur. Le cuivre accompagne le bismuth sans s'allier avec lui : il est presque toujours facile de le distinguer. La cassure du bismuth qui contient de l'antimoine est terne et présente un grand nombre de très-petits cristaux. Le plomb n'empêche pas le bismuth de se former en grands cristaux, mais est, à leur surface, toute parsemée de petits cristaux. Le soufre donne une teinte noire au bismuth métallique.

A ces caractères physiques, qui suffisent presque pour un œil expérimenté, on peut ajouter quelques épreuves très-simples.

Il est difficile de reconnaître l'arsenic en présence d'une grande quantité de bismuth par le moyen des réactifs, et la voie la plus simple pour découvrir cette substance consiste à chauffer le bismuth sur du charbon avec la flamme oxydante du chalumeau. On peut ainsi découvrir de très-faibles proportions de bismuth.

Pour découvrir le cuivre, on dissout le métal dans l'acide nitrique, et l'on filtre la solution résultante après l'avoir sursaturée d'ammoniaque. La couleur bleue de la liqueur filtrée indique la présence du cuivre.

Lorsque le bismuth se dissout dans l'acide nitrique, avec formation d'un précipité blanc nuageux qui ne disparaît qu'en ajoutant de l'eau, on peut en conclure la présence de l'antimoine.

Pour savoir avec certitude absolue si le bismuth contient du plomb, même en quantité très-minime, il faut dissoudre le métal dans de l'acide nitrique. La solution, sursaturée d'ammoniaque et acidulée de nouveau avec une très-faible proportion d'acide hydrochlorique, donnera une liqueur claire. Celle-ci est alors précipitée par une grande quantité d'eau bouillante que l'on continuera de verser jusqu'à ce que la précipitation ait cessé. On filtre alors le tout, et le liquide résultant est saturé avec un mélange d'ammoniaque et de carbonate d'ammoniaque; si l'on voit se former un précipité blanc jaunâtre, on peut affirmer qu'il existe du plomb dans le bismuth.

Il peut être utile de soumettre le métal à affiner à ces différentes épreuves, afin de déterterminer d'avance le procédé d'affinage auquel on devra avoir recours. Mais il est indispensable d'appliquer chacun de ces essais au métal affiné pour vérifier son degré de pureté.

Méthode docimastique pour séparer le bismuth de l'arsenic.

La séparation du bismuth de l'arsenic est fondée sur le manque presque absolu d'affinité du bismuth pour le fer, sur la facilité avec laquelle l'arsenic se combine avec le fer et sur le fait que l'arséniure de fer ainsi produit ne forme pas un alliage avec le bismuth. Cette opération, qui est extrêmement élégante, s'effectue de la manière suivante :

On fond le bismuth à une température relativement élevée, celle du rouge vif, sous une couverte ou flux de borax, pour éviter toute perte du métal par volatilisation, et l'on plonge des baguettes de fer dans le bismuth fondu. Le fer est, suivant l'expression technique, rapidement *mangé*, et il se forme un arséniure de fer qui monte à la surface du métal

Quand on a constaté que de nouvelles baguettes de fer ne sont plus attaquées, on laisse refroidir le tout. L'arséniure de fer se dépose rapidement, et le bismuth, qui est encore à l'état fluide, est versé du creuset dans des moules. Chose assez singulière, ce procédé, qui réussit à merveille pour séparer le bismuth de l'arsenic, est sans effet quand on l'applique à la séparation du bismuth de l'antimoine, bien que l'affinité de ce dernier métal pour le fer soit très-grande. On se débarrasse bien d'un peu d'antimoine par ce procédé, mais seulement d'une partie, et il faut croire, par conséquent, que le bismuth a autant ou plus d'affinité pour le fer que l'antimoine.

Un exemple analogue de ces *ardentes affinités*, si remarquables, est fourni par les alliages de plomb et d'antimoine, desquels le fer est impuissant à détacher l'antimoine

Quoique le fer n'ait pas d'affinité pour le plomb, les affinités respectives de ces deux métaux pour l'antimoine sont presque si égales que l'on obtient un parfait alliage triple de plomb, d'antimoine et de fer.

Méthode docimastique pour séparer le bismuth de l'antimoine.

Ce problème, qui était bien loin d'être aussi simple qu'il le paraissait, a été résolu comme les autres problèmes énoncés dans ce mémoire par le procédé universel de Newton, « en y pensant toujours. »

Le meilleur moyen pour séparer les deux métaux consiste à fondre l'alliage avec une quantité d'oxyde de bismuth, égale à deux fois et demie ou trois fois le poids de l'antimoine contenu dans l'alliage. L'oxyde de bismuth est instantanément réduit à l'état métallique, et l'antimoine est dégagé sous la forme d'oxyde d'antimoine, qui se combine avec un peu de bismuth, et vient flotter à la surface du métal pur, d'où il est facile de l'enlever.

Cette opération, qui, malgré sa grande simplicité, n'est pas dépourvue d'élégance, doit être faite dans des creusets d'argile, en ayant bien soin d'en exclure le charbon et le fer pour éviter toute réduction de l'oxyde d'antimoine. On peut, au moyen de ce procédé, se débarrasser facilement des moindres traces d'antimoine. A ce sujet, nous croyons utile de constater qu'une opération analogue s'applique admirablement à la purification du plomb contenant de l'antimoine. La litharge agit sur les alliages de plomb et d'antimoine, exactement comme le fait l'oxyde de bismuth sur les alliages de bismuth et d'antimoine; on peut enlever au moyen de la litharge les moindres traces d'antimoine.

Méthode docimastique pour séparer le bismuth du cuivre.

Ainsi que je l'ai déjà dit, lorsque les minerais de bismuth ne contiennent qu'une faible proportion de cuivre, et que ces minerais sont des minerais oxydés, il y a avantage à les réduire d'abord par le carbone et les flux, sans passer par la sulfuration; il suit naturellement de cette méthode que tout le cuivre est allié avec le bismuth.

D'un autre côté, le bismuth extrait des minerais cuivreux par le procédé au soufre renferme, même dans l'opération la mieux conduite, une certaine proportion de cuivre dont il faut se débarrasser. Cette élimination présentait de très-grandes difficultés et n'a jamais pu s'effectuer sans entraîner une perte considérable de bismuth, jusqu'au jour où j'ai découvert la méthode suivante qui est parfaite sous tous les rapports. Au point de vue chimique, cette méthode est une modification du procédé au soufre déjà décrit; mais, en pratique, elle a l'avantage d'opérer, aussi complétement que possible, une séparation qu'on ne pouvait obtenir que d'une manière approximative par le procédé au soufre. C'est en fondant l'alliage avec du sulfocyanure de potassium que j'ai réussi à résoudre cette question difficile.

Le sulfocyanure que j'emploie est préparé pendant l'affinage, en mélangeant huit parties de cyanure de potassium et trois parties de fleur de soufre. On répand une partie de ce mélange sur seize parties du métal fondu à basse température.

Une réaction ne tarde pas à s'opérer; par suite la masse métallique s'élève à la chaleur du rouge vif, en même temps que le sulfocyanure commence à brûler énergiquement, en lançant, de tous les côtés, une pluie de brillantes étincelles à flamme bleue.

On recouvre alors le creuset, et il faut avoir bien soin d'empêcher la chaleur de s'élever au-dessus du point de combustion du sulfocyanure; car, à une température supérieure, le sulfure de bismuth commence à se volatiliser.

On laisse la réaction tomber d'elle-même, et, lorsque la masse est redevenue tranquille, et que le métal a été bien remué avec un agitateur en argile (l'emploi du fer doit être évité), on donne au flux le temps de se déposer, et l'on verse le métal encore fluide dans des moules.

C'est, je crois, la première fois que les sulfocyanures ont été employés, du moins avec autant de succès, comme réactifs docimastiques; et si ces composés pouvaient être formés par l'action directe du soufre sur le cyanure de potassium et devenir ainsi plus abondants et moins coûteux, il est certain que leur emploi donnerait lieu à une importante révolution, fertile en applications nouvelles, dans cette branche la plus précieuse de l'industrie : la métallurgie.

Il est donc capital que les fabricants de cyanures portent toute leur attention sur les moyens d'obtenir ces composés par une méthode simple qui leur permette de les livrer à bas prix; car alors ces produits constitueraient les réactifs docimastiques et métallurgiques les plus importants qu'on puisse imaginer.

Le but élevé que doit se proposer la métallurgie moderne, c'est la production de métaux purs. Avec eux on pourra fabriquer avec facilité et employer avec avantage ce nombre infini d'alliages difficiles ou impossibles à préparer, et qui sont même, pour la plupart, sans emploi; enfin, l'on verra disparaître les difficultés que l'on rencontre dans la préparation d'alliages avec des métaux d'une composition inconnue, et avec elles les secrets et les recettes obscures qui ont été en usage jusqu'à ce jour dans la plupart des manufactures.

On ne saurait trop insister sur l'importante question de la préparation des métaux à l'état de pureté, et il faut ajouter aussi que, dans un grand nombre de cas, il est impossible de réaliser ce désideratum sans introduire dans les procédés de nouveaux réactifs et de nouvelles réactions.

Séparation du bismuth et du soufre.

Le métal obtenu dans l'opération précédente contient du soufre. Pour éliminer cette substance, on fond le métal avec du fer ou du charbon, et la séparation s'effectue ainsi de la manière la plus facile.

Méthode docimastique pour séparer le bismuth du plomb.

C'est avec le plus profond regret que je suis forcé d'avouer l'impuissance de tous les moyens que j'ai pu imaginer, simples ou compliqués, pour résoudre ce problème, le plus difficile de la métallurgie du bismuth.

On peut, il est vrai, enlever, en partie ou même en totalité, le plomb de son alliage avec le bismuth, mais on n'y arrive que par des moyens, à proprement parler, mécaniques, et dont l'emploi entraîne nécessairement une perte énorme de bismuth. La cause véritable de l'insuccès des moyens chimiques repose sur le fait que les affinités respectives du plomb et du bismuth sont renversées par l'action du feu, et que le bismuth se substitue au plomb dans les composés de ce métal et le précipite de ces composés.

Je ne prétends pas dire que ce problème est insoluble, je veux simplement constater qu'il n'a pas été résolu jusqu'à ce jour, et que sa solution est digne de fixer l'attention des personnes qui s'occupent de docimasie.

REMARQUES.

Les divers procédés que j'ai proposés sont surtout utiles pour l'affinage du bismuth allié avec un seul métal.

Il n'existe pas de méthode docimastique pour affiner au moyen d'un procédé unique le bismuth allié avec plusieurs métaux; mais je peux recommander, en toute sûreté, l'emploi successif des différentes méthodes que j'ai décrites.

Il faut commencer par éliminer le cuivre, par la raison que l'on enlève ainsi, en même temps, du plomb, de l'antimoine et de l'arsenic.

On procédera ensuite aux opérations nécessaires pour débarrasser le bismuth de l'antimoine, et, en dernier lieu, de l'arsenic et du soufre.

J'ai décrit aussi brièvement que possible mes nouveaux procédés basés sur de nouvelles réactions, dans l'espoir qu'ils serviront directement à l'essai docimatisque et à la métallurgie du bismuth.

Cet ensemble de recherches paraît très-simple sur le papier, mais il représente, comme toutes les choses simples, une somme considérable de travail. Les résultats obtenus n'ont peut-être pas en eux-mêmes une grande portée scientifique; ils sont plutôt du domaine de la technologie; mais j'affirme qu'ils reposent sur des bases solides. Ils sont indépendants des révolutions que l'esprit humain se plaît à opérer dans ses théories, et je pourrais dire, en me servant des expressions d'un des plus éminents analystes de ce siècle, de Balzac, qu'ils dérivent de « ceste bonne philosophie, à laquelle besoing sera de tousjours revenir », c'est-à-dire, sans aucun doute, de l'étude directe de la nature.

LES PHOSPHATES DE CHAUX DE LA RUSSIE.

(Extrait du *Journal d'agriculture pratique*, 9 mai 1872.)

Pendant qu'en France, en Angleterre et en Allemagne on rivalisait d'activité pour découvrir de nouveaux gisements de phosphate de chaux, la Russie ne restait pas inactive. Cinq à six explorations successives provoquées par le gouvernement russe ont eu pour résultat la découverte d'une série de gisements qui ne représentent pas moins, aujourd'hui, de VINGT MILLIONS D'HECTARES de superficie.

Des centaines d'analyses auxquelles on a soumis ces phosphates accusent une richesse qui varie ,suivant les étages des dépôts, entre 12 et 35 pour 100 d'acide phosphorique.

Quelques échantillons qui nous sont parvenus rappellent presque à s'y méprendre l'aspect et les caractères des phosphates des Ardennes. Mais si l'on se reporte aux analyses, l'on trouve que les phosphates de la Russie se divisent en deux grandes catégories : le phosphate dont la gangue est siliceuse, et le phosphate dont la gangue est calcaire. Les premiers ayant, disons-nous, la plus grande analogie de comparaison avec le phosphate des Ardennes, les seconds avec ceux de Tarn-et-Garonne.

Divers échantillons de phosphate de Tarn-et-Garonne ont accusé en moyenne :

Acide phosphorique	37.00 pour 100.
Chaux	53.00 —

L'analyse n° 6 du mémoire qui suit donne :

Acide phosphorique	35.00 pour 100.
Chaux	51.90 —

Même analogie pour d'autres dépôts avec le phosphate des Ardennes :

ARDENNES.

Acide phosphorique		20.80 pour 100.
Chaux	23.50	26.50 —
Magnésie	3.00	

RUSSIE.

Acide phosphorique	20.26 pour 100.
Chaux	29.07 —
Magnésie	0.00 —

Dans la carte annexée au mémoire de M. Yermoloff, nous avons pris seulement quelques grandes villes comme point de repère, mais nous avons indiqué les chemins de fer, les rivières et les canaux. On voit que la Russie possède quatre lignes parallèles de chemin de fer, se dirigeant de l'est à l'ouest, et toutes se reliant entre elles et avec Pétersbourg, Moscou, Odessa et la Crimée.

Notice sur les gisements de phosphate de chaux en Russie.

Depuis que la haute importance du phosphate de chaux en agriculture a été démontrée par la science et la pratique agricoles, les recherches des gisements de cette précieuse matière ont acquis un intérêt majeur, en vue duquel nous nous décidons à rompre le silence gardé jusqu'ici au sujet des gisements de phosphate de chaux en Russie. Nous prions donc le

lecteur d'accorder quelques moments d'attention à l'exposé succinct que nous allons lui en présenter. Les savants géologues qui explorèrent les terres de la Russie centrale durant la première moitié de ce siècle y constatèrent tous la présence d'une pierre informe et noirâtre, dont ils ne surent définir d'abord ni l'origine ni le caractère, et que les plus éminents d'entre eux, tels que sir R. Murchison, par exemple, signalèrent simplement comme étant une espèce de minerai ferreux. Aux environs des villes de Koursk et de Voroneje, les gisements de cette pierre problématique, qui, dans la première de ces localités, servait, de temps immémorial, de pierre de construction et de pavage, furent étudiées avec soin ; mais la première analyse en fut faite seulement l'année 1858 par M. Chodnef, professeur de chimie à Saint-Pétersbourg. Cette analyse démontra que la pierre en question n'était rien moins que des phosphates de chaux et de magnésie unis à de l'oxyde de fer, de l'argile et du sable. Bientôt après, Claus, Guillemin, ingénieur français, et plusieurs autres chimistes non moins distingués, firent de cette pierre de nouvelles analyses, dont les résultats, à peu près les mêmes pour toutes, coïncidaient sur le point important de la question, c'est-à-dire sur la présence dans cette pierre d'une quantité considérable de phosphate de chaux tribasique.

En 1866, le savant professeur Engelhardt, de Saint-Pétersbourg, fut invité par le gouvernement à aller explorer les gisements de cette pierre précieuse, à laquelle l'attention publique était désormais acquise, à en déterminer positivement l'étendue et la richesse. C'est à dater de ce voyage, pendant lequel l'auteur du présent écrit accompagna le professeur Engelhardt en qualité d'adjoint, que nous possédons des notions très-précises sur le caractère et les conditions géologiques des gisements de phosphate de chaux fossile en Russie, notions dont je veux aujourd'hui faire part au public français, pour lequel ce sujet ne manquera pas d'intérêt, j'en suis certain.

La pierre dont il s'agit, et qui n'est autre que du phosphate de chaux fossile, est connue sous le nom de *samorod* (pierre naturelle). Elle se trouve le plus généralement dans les assises du terrain crétacé, correspondant à l'étage *cénomanien* ou à la formation du *grès vert*; toutefois il en a été signalé d'autres gisements, moins considérables, il est vrai, dans des terrains *jurassique*, *tertiaire*, et même *silurique*. Dans le terrain crétacé, le phosphate apparaît le plus souvent comme couche subordonnée à la craie blanche ; d'autres fois, c'est au-dessous du grès vert qu'on le découvre, encaissé dans une masse de sable verdâtre, contenant une quantité de grains verts de silicate de protoxyde de fer, connus sous le nom de *glauconie*. D'autres fois encore, c'est à la surface même du sol que l'on trouve des nodules de phosphate, disséminés en masse dans la couche de terre arable. Le terrain crétacé forme, dans la Russie méridionale, une espèce de bassin, dont le côté nord a seul été exploré; et c'est précisément dans cette direction, là où le terrain crétacé fait place aux terrains jurassique et dévonien, que l'on a découvert les gisements les plus riches et les plus favorables à l'exploitation.

L'étendue de terrain, entre le Dniéper et le Volga, sur laquelle s'étend la zone phosphatée principale, est immense; elle n'embrasse pas moins de 20 MILLIONS D'HECTARES! Il est difficile de se faire une idée même approximative des richesses recélées dans ce gisement, qui n'est pourtant pas le seul en Russie. D'autres gîtes plus ou moins abondants ont été signalés au nord et au sud, à l'est et à l'ouest; nous ne croyons pas exagérer en affirmant que la Russie centrale repose sur du phosphate de chaux, qu'elle pourrait en paver la moitié de l'Europe, tant les couches qu'elle renferme sont inépuisables de richesses.....

C'est dans la partie sud du gouvernement de Smolensk, aux abords de la voie ferrée, Orel-Riga, que l'on rencontre le point occidental du gisement central. — D'ici, les couches de phosphate s'étendent, traversant presque sans interruption les gouvernements d'Orel, Koursk, Charkoff, Voroneje; cette ligne principale d'affleurement n'a pas moins de 600 kilomètres de longueur, sur une largeur variable entre 100 et 200 kilomètres. Au sud de cette zone, le lit de phosphate descend à une profondeur trop considérable pour en permettre l'exploitation, il reparaît au côté sud du bassin crétacé, comme le démontrent les explorations fort incomplètes encore qui ont été poussées dans cette direction. Au nord de Vorojene, le lit de phosphate disparaît entièrement et fait place aux étages inférieurs de la formation; il renaît au nord, entre les villes de Tambof et de Spask, sur une distance de

près de 200 kilomètres, à l'est sur la rive droite du Volga dans les gouvernements de Saratoff et de Simbirsk. Les terres qui séparent ces deux affleurements n'ont presque pas été explorées, mais il y a tout lieu de croire que les phosphates s'y trouvent en bien des en-



Gisements des phosphates de chaux de la Russie.

droits; leur présence doit également être supposée au sud de Woronéje, au-dessous de la craie blanche qui forme les rives du Don. D'autres gisements plus ou moins abondants, mais

encore peu explorés, se présentent dans le terrain crétacé et jurassique des gouvernements de Moscou, de Nijni-Novgorod; des couches de phosphate ont été signalées tout dernièrement dans la Russie occidentale, aux environs de la ville de Grodno; les savantes recherches du professeur Shwakhoefer, de Vienne, ont constaté l'existence du phosphate de chaux, dans les schistes du terrain silurique de la Podolie, le long du Dniester; il apparaît ici sous la forme toute particulière de boules d'un diamètre plus ou moins grand; tout dernièrement encore, on a découvert, dans la formation dévonienne du gouvernement de Novgorod, une pierre calcaire contenant non moins de 12 pour 100 d'acide phosphorique, etc.; chaque jour l'on entend parler de découvertes nouvelles, et toutes les recherches entreprises jusqu'ici ont été constamment couronnées de succès. Nul doute qu'à côté des gisements déjà connus et explorés, le territoire russe n'en recèle d'autres encores, dont l'existence sera constatée tôt ou tard.

La forme que le phosphate assume varie considérablement; il en est de même de l'épaisseur des couches, de la profondeur à laquelle elles se trouvent au-dessous du sol et même du nombre des couches superposées de phosphate; seule, la composition chimique de la matière est presque partout uniforme. Le phosphate de chaux se présente le plus souvent sous la forme de nodules ou rognons, pareils à ceux que l'on trouve dans les Ardennes, de grandeur très différente, noirs, bruns, gris, verdâtres, etc.; quelquefois, aux environs de Koursk, de Voroneje, de Tambof, par exemple, le phosphate assume la forme de schistes, il apparaît en blocs massifs presque semblables à de la pierre de taille, mais qui ne sont rien d'autre qu'une agglomération de gros nodules, réunis entre eux par une espèce de ciment; c'est principalement sous cette dernière forme que le phosphate de chaux est employé comme pierre de construction et de pavage, — les nodules épars, généralement moins durs, ne trouvent aucune application immédiate; aussi les considère-t-on, jusqu'à présent, comme n'ayant pas de valeur pratique.

Le nombre des couches superposées varie, le plus souvent, de une à trois; il se trouve des gisements où l'on découvre jusqu'à sept couches; mais, sur ce nombre, il n'y en a généralement qu'une ou deux d'importantes, les autres ne sont que de simples filons. L'épaisseur des couches principales est très-différente; elle varie de $0^{m}.15$ à $0^{m}.50$; les nodules y sont entremêlés de sable gris ou jaune. La profondeur à laquelle gît le lit de nodules est également variable; ici, il affleure le sol, ailleurs, on le découvre à plusieurs centaines de mètres au-dessous de la surface. Il est à remarquer que partout, à la circonférence de la zone phosphatée, on voit les gîtes remonter vers la surface, tandis qu'au centre des gisements, la profondeur en est toujours la plus considérable.

Les données que nous possédons sur la composition chimique de nos phosphates sont très-précises, grâce au grand nombre d'analyses ou simples dosages qui en ont été faits. Les résultats de ces différentes analyses se rapprochant de très-près, on a pu établir la moyenne d'acide phosphorique d'après des échantillons provenant de diverses localités, à 20 pour 100; généralement la quantité en variait de 12 pour 100 à 35 pour 100 sur 18 pour 100 à 50 pour 100 de chaux, 2 pour 100 à 6 pour 100 d'acide carbonique, etc., le tout uni à un volume plus ou moins considérable de sable, d'argile et d'une matière organique, non traitable par les acides. Le tableau suivant, où j'ai résumé les analyses des échantillons les plus caractéristiques tirés de plusieurs gisements, peut en donner une idée et servir de terme moyen pour en apprécier la richesse :

N° 1. Débris d'un bloc de phosphate des environs de Koursk (analyse du professeur Claus).

N° 2. Nodules des environs de Spask (analyse de l'auteur).

N° 3. Nodules des environs de Spask (analyse de l'auteur).

N° 4. Débris d'un bloc de phosphate provenant d'un des plus riches gisements du gouvernement de Tambof (analyse de l'auteur).

N° 5. Os fossile provenant du même gisement (analysé par les élèves de l'institut agricole de Saint-Pétersbourg).

N° 6. Bois fossile trouvé dans les couches de phosphates aux environs de Spask (analyse du professeur Engelhardt).

N° 7. Nodules et débris organiques venant des couches de phosphate du gouvernement d'Orel (analysé par les élèves de l'Institut).

N° 8. Pour comparaison : analyse d'un nodule des Ardennes, de Dehérain.

	POUR 100.							
	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII. Nodules des Ardennes.
Argile et sable	50.00	9.50	59.70	35.50	1.45	»	7.10	33.40
Acide phosphorique	13.60	25.48	12.63	20.26	31.76	35.23	29.84	20.80
Acide carbonique	3.45	3.95	1.98	»	»	3.44	6.06	»
Acide sulfurique	0.86	1.08	0.44	0.85	»	»	1.39	»
Chaux	21.00	42.00	18.54	29.07	48.53	51.90	47.99	22.50
Magnésie	0.65	0.40	»	»	1.48	»	0.47	3.00
Oxyde de fer et d'alumine	2.20	3.19	»	3.47	0.32	1.15	0.89	3.80

Il n'est pas difficile de se faire une idée de la quantité de matière que peuvent fournir nos gisements, d'après les données que nous venons de communiquer. Le calcul le plus approximatif démontre que les gisements de la zone centrale, Smolensk, Orel, Koursk et Voroneje, ne renferment pas moins de 14,000 tonnes à l'hectare; ceux du gouvernement de Tambof, que je dois citer comme les plus riches et les plus abondants, pourraient fournir de 50,000 à 70,000 tonnes à l'hectare. En admettant que la tonne ne contienne que 150 kilogrammes d'acide phosphorique, ce calcul nous donnerait une moyenne de 15 à 20,000 tonnes de phosphate de chaux par hectare, et, cela, en ne basant nos évaluations que sur les couches principales sans tenir compte des filons secondaires; je ne pousserai point mes calculs plus loin de peur d'être taxé d'exagération.

Les localités qui avoisinent les villes de Roslawl (gouvernement de Smolensk) et de Briansk (gouvernement d'Orel) présentent les conditions les plus favorables à l'exploitation des phosphates qui y apparaissent presque à fleur de sol; les couches de la zone orientale, celle de Spask-Tambof sont, comme je viens de le dire plus haut, les plus riches et les plus abondantes; la zone centrale, celle qui s'étend de Koursk à Voroneje, tient, pour ainsi dire, le milieu entre ces deux gisements. Toutes ces régions sont traversées par des voies ferrées dont voici les plus importantes : la ligne de Charkof-Koursk-Orel-Moscou, la ligne de Voroneje-Moscou, Voroneje, mer d'Azoff; la ligne de Saratof-Tambof-Koslof-Moscou; celle de Volga-Griasi-Orel-Smolensk-Riga ou la frontière. Malgré l'énorme distance du parcours, le transport des produits de l'exploitation ne présenterait donc aucune difficulté, surtout si l'on exploitait les gisements les plus rapprochés des ports de mer, tels que ceux, par exemple, qui ont été découverts récemment en Podolie et dans le gouvernement de Grodno; il est vrai que ces dernières régions ayant été peu explorées jusqu'ici, nous ne possédons pas des données suffisantes pour en apprécier la richesse. A peine l'existence de nos vastes gisements de phosphate fut-elle connue, qu'il se fonda des maisons de commerce pour en opérer l'exploitation. En ce moment, il en existe trois, dont deux dans le gouvernement de Koursk et l'une à Riga. Cette dernière maison fait venir le phosphate brut des gisements de Smolensk, le réduit en poudre, et, nonobstant le prix assez élevé de ses produits, 9 francs les 100 kilogrammes, elle en débite une quantité considérable aux propriétaires des provinces baltiques. Quant aux fabriques de phosphate fondées à Koursk, qui ont reçu du gouvernement une subvention de 40,000 fr., l'une d'elle est, dit-on, en train de liquider faute de savoir-faire et de crédit, sinon d'acheteurs; l'autre, qui a commencé ses opérations il y a un an à peine, les mène d'une manière plus entendue et plus rationnelle; toutefois, elle a le tort de coter ses produits à un taux trop élevé, 5 francs les 100 kilogrammes en sac et sur place. Cette dernière maison n'étant, du reste, qu'aux débuts de ses opérations, peut-être ne saurait-elle faire autrement que de prélever un prix aussi exorbitant. La qualité des produits qu'elle livre est excellente, et si elle trouvait le moyen d'en baisser le prix, elle s'assurerait par là

non-seulement un écoulement facile, mais encore des bénéfices certains; car la matière première, le phosphate, tel qu'il sort des carrières, ne revient guère au-delà de 3 francs à 6 francs la tonne, selon les localités.

Il nous reste à constater que, malgré la richesse en acide phosphorique des engrais fabriqués avec nos phosphates, malgré la haute importance de ces engrais au point de vue de l'amendement des terres russes, déjà fort appauvries par une culture épuisante, c'est à peine si notre agriculture commence à en profiter. Comme toute innovation, la fumure des terres, au moyen d'engrais minéraux est lente à s'établir au moyen de nos populations rurales, accoutumées, depuis des siècles, à n'employer, comme unique engrais, que le fumier de ferme dont la production devient de plus en plus coûteuse et qui ne pourra plus suffire longtemps à rétablir la fécondité, fortement compromise, de nos terres arables. Heureusement nous possédons assez de phosphate pour en dire notre agriculture à jamais pourvue et même pour en fournir abondamment, si besoin était, à l'Europe entière.

Alexis Yermoloff (à Saint-Petersbourg).

LES MEILLEURES MÉTHODES D'ANALYSE DES ENGRAIS ARTIFICIELS.

Par L. Fresenius, C. Neubauer et E. Luck.

I. — Sur les méthodes de dosage de l'acide phosphorique en général.

Parmi les procédés d'analyse par pesée, la méthode par le molybdate d'ammoniaque tient le premier rang. Elle donne, dans tous les cas, des résultats scientifiquement exacts. — La méthode par le bismuth donne de bons résultats quand l'acide phosphorique est combiné aux alcalis ou aux terres alcalines, mais elle est moins précise en présence du fer ou de l'alumine. — Il en est de même de la méthode par l'urane. Si l'on voulait, dans ce dernier cas, séparer d'abord par l'acétate de soude et l'acide acétique le phosphate de fer et d'alumine, on arriverait à un chiffre exact; mais il faudrait, dans ce précipité, doser séparément le fer et l'alumine, afin de pouvoir calculer l'acide phoshorique. Les autres procédés de dosage sont également influencés par la présence du fer ou de l'alumine. Pour ce qui est du procédé qui consiste à précipiter l'acide phosphorique par la magnésie dans une liqueur contenant un excès d'acide tartrique ou citrique, il ne donne pas toujours des résultats satisfaisants, parce qu'il peut se former, en même temps que du phosphate ammoniaco-magnésien, des tartrates ou citrates basiques de magnésie, et qu'une quantité de phosphate ammoniaco-magnésien reste dissoute dans l'acide organique.

Les méthodes volumétriques reposent toutes sur l'emploi de l'acétate d'urane. Le titrage est facile et exact quand la liqueur ne renferme que des alcalis et de la magnésie; mais la présence du fer, de l'alumine ou de la chaux fait naître des difficultés qui nécessitent la modification du procédé. Pour ce qui est des deux premières bases, on peut les précipiter à l'état de phosphates au moyen de l'acétate de soude, ou bien empêcher leur précipitation en ajoutant de l'acide citrique. Cependant l'emploi de l'acide citrique présente des inconvénients, car le citrate d'ammoniaque exerce sur le phosphate d'urane une action dissolvante, et la réaction du ferrocyanogène apparaît avant qu'il y ait réellement un excès d'acétate d'urane. D'un autre côté, si la liqueur renferme en même temps de l'acide citrique libre et du citrate d'ammoniaque, les deux actions peuvent se compenser en partie et le résultat peut être apparemment exact. Quant à l'influence de la chaux, lorsqu'on a précipité l'oxyde de fer par l'acétate de soude, si on chauffe la liqueur filtrée, on obtient toujours un précipité qui n'est autre que du phosphate de chaux. Le même phénomène se produit quand on titre par l'urane une solution phosphorique contenant de la chaux, et d'autant plus que le titrage dure plus longtemps. Le phosphat de chaux précipité échappe à la décomposition par l'acétate d'urane, et il en résulte que la quantité d'acide phosphorique trouvée est trop faible.

De tous les procédés, celui par le molybdate est donc le seul qui soit d'un emploi général

et qui donne des résultats tout à fait exacts. Toutes les autres méthodes, par poids ou par volumes, deviennent inexactes en présence du fer ou de l'alumine.

II. — Dosage spécial de l'acide phosphorique.

Quand on dissout la phosphorite dans l'acide chlorhydrique, la solution contient tout l'oxyde de fer et beaucoup d'alumine, et, si la substance était en poudre fine, la liqueur contient aussi tout l'acide phosphorique. L'acide nitrique bouillant, étendu ou concentré, ne dissout pas complétement la phosphorite. Enfin, le procédé de Graham, c'est-à-dire l'emploi de 5 pour 100 d'acide sulfurique, donne une solution contenant très-peu de fer et un résidu qui ne renferme plus qu'environ 0.1 pour 100 d'acide phosphorique.

Il suit de là que l'acide chlorhydrique est le meilleur dissolvant quand la présence du fer n'est pas nuisible, comme dans le procédé du molybdate. Il est, au contraire, préférable d'employer le dissolvant de Graham toutes les fois que l'on veut éviter d'avoir dans la liqueur beaucoup d'oxyde de fer et d'alumine, et que l'on n'a pas besoin d'arriver à une exactitude absolue.

Comme la méthode par le molybdate est trop longue pour les besoins de l'industrie, les auteurs se sont appliqués à modifier le procédé volumétrique de façon à rendre ses résultats suffisamment exacts. Voici le mode d'opération que leurs expériences les ont conduits à adopter.

On réduit la phosphorite en poudre fine et on en pèse 5 grammes. On mesure 110 centimètres cubes d'acide sulfurique étendu à 5 pour 100, et on triture le minerai avec 10 centimètres cubes de cet acide; au bout de cinq minutes, on ajoute 10 centimètres cubes d'acide, et ainsi de suite jusqu'à ce que le tout forme une pâte épaisse et homogène. On délaie cette pâte dans l'eau et on laisse déposer; on verse le liquide, avec les particules qu'il tient en suspension, dans un flacon de 1/4 de litre. On triture les parties les plus grossières restées dans le mortier, d'abord seules, puis avec de l'acide, et ainsi de suite jusqu'à ce que toute la poudre soit passée dans le flacon jaugé; on ajoute alors le reste des 110 centimètres cubes d'acide et 10 centimètres cubes d'eau, et on agite, de temps en temps, pendant quatre heures. Après chaque agitation, on fait tomber avec la pissette les particules solides adhérentes au col du vase. On remplit alors avec de l'eau jusqu'au trait de 250 centimètres cubes; on agite bien et on filtre sur un filtre sec en recevant le liquide dans un flacon sec. On prend 100 centimètres cubes de liqueur filtrée, on les introduit dans un flacon jaugé de 200 centimètres cubes, on ajoute de la soude caustique jusqu'à réaction alcaline, puis de l'acide acétique jusqu'à ce que le trouble ne diminue plus; on ajoute de l'eau jusqu'au trait, on agite bien et on laisse déposer à froid. On filtre dans un flacon sec à travers un filtre sec donnant un poids connu de cendre, et on met de côté cette liqueur filtrée, comme solution de demi-concentration. On lave le précipité jusqu'à ce que l'eau de lavage ne présente plus de réaction acide, et on se garde bien d'ajouter ces eaux de lavage à la liqueur filtrée. On titre la liqueur d'urane au moyen d'une solution de phosphate de soude que l'on verse dans 25 centimètres cubes de la première jusqu'à ce qu'une goutte du liquide déposée sur une assiette de porcelaine ne donne plus de coloration rouge avec le ferrocyanure de potassium. Le titrage se fait à 100 degrés au bain-marie; on titre de même 25 centimètres cubes de la liqueur d'urane avec la solution de demi-concentration, ce qui donne la teneur de celle-ci en acide phosphorique. (D'ordinaire on titre en versant l'acétate d'urane dans le phosphate; l'adoption de la méthode inverse a pour but de se soustraire à l'influence de la chaux.) Cette donnée permet de calculer la quantité d'acide phosphorique contenue dans le minerai. Mais il y a une correction, car le précipité de sulfate de chaux et de gangue insoluble occupe, d'après les expériences des auteurs, un volume de 3 centimètres cubes; on doit en tenir compte dans le calcul ou bien ajouter, au flacon de 250 centimètres cubes, 3 centimètres cubes au-dessus du trait, de sorte que l'on ait un volume total de 253 centimètres cubes.

III. — Détermination du phosphate régénéré dans les superphosphates.

On sait que la quantité d'acide phosphorique soluble, dans les superphosphates, est d'autant moins forte qu'ils ont été préparés depuis plus longtemps; on a désigné ce phénomène sous le nom de régénération du phosphate basique, et beaucoup d'expériences ont été faites

pour déterminer sa nature. Quelle que soit l'idée que l'on adopte, il est certain que le phosphate régénéré est plus soluble que le phosphate qui a échappé à la décomposition première et est resté englobé dans la masse de superphosphate. Il suit de là que le superphosphate n'agit pas seulement par le phosphate soluble qu'il contient, mais encore par le phosphate régénéré, et qu'il est intéressant, pour les agriculteurs et les fabricants d'engrais, de pouvoir doser, dans un superphosphate, la quantité de phosphate régénéré. On a proposé, dans ce but, plusieurs méthodes. C'est ainsi que l'on a essayé de traiter le superphosphate épuisé ou non par l'eau, par une solution de bi-carbonate de soude ou d'oxalate d'ammoniaque. Des recherches exactes nous ont montré qu'aucun de ces procédés ne répond au but désiré. Le bicarbonate de soude n'enlève aux phosphorites qu'une petite quantité d'acide phosphorique, mais il ne dissout qu'à moitié le phosphate précipité, et cela malgré des traitements réitérés. Quant à l'oxalate, il décompose presque complétement le phosphate précipité, mais il enlève aux phosphorites naturelles plus du tiers de leur poids d'acide phosphorique.

Le citrate d'ammoniaque, au contraire, remplit presque complétement le but. Pour extraire complétement l'acide phosphorique du phosphate régénéré dans 1 gramme de superphosphate, il suffit de 50 centimètres cubes d'une solution de citrate neutre d'ammoniaque d'une densité de 1.09.

Les auteurs divisent le dosage de l'acide phosphorique, dans les superphosphates, en deux opérations : A. Dosage de l'acide phosphorique soluble; — B. Dosage du phosphate régénéré.

A. *Acide phosphorique soluble.* — Dans ce cas, après avoir épuisé par l'eau, suivant la méthode de Fresenius, on précipite 100 centimètres cubes de la solution par le molybdate d'ammoniaque, ou bien on opère volumétriquement, suivant le procédé par l'urane, tel qu'il vient d'être décrit. Dans ce dernier cas, on emploie l'acide sulfurique étendu et à une douce chaleur, pour faire disparaître le trouble qui se produit dans la solution du phosphate soluble.

B. *Phosphate régénéré.* — α. *Directement :* On dissout 2 grammes de superphosphate dans l'eau froide, on filtre, on étend le filtre sur une plaque de verre, et, au moyen de la solution de citrate d'ammoniaque, on fait tomber le contenu du filtre dans un mortier en porcelaine, on verse, dans un petit matras, le liquide surnageant et on triture le résidu jusqu'à ce qu'il forme une pâte homogène, on ajoute le citrate d'ammoniaque (on en a pris 50 centimètres cubes) et on fait passer le tout dans le matras; on maintient ce dernier à une température de 30 à 40 degrés pendant une demi-heure, en ayant soin d'agiter de temps en temps; on filtre, on lave deux ou trois fois avec un mélange à parties égales d'eau et de citrate d'ammoniaque d'une densité de 1.09, puis on évapore le liquide et les eaux de lavage dans une capsule de platine, et on calcine en ajoutant s'il le faut, un peu de nitre; après refroidissement, on reprend par l'eau et un peu d'acide nitrique ou sulfurique, suivant la méthode de dosage que l'on se propose d'employer. Quand on veut effectuer le dosage par l'urane on opère comme il suit : on introduit, dans une capsule de porcelaine, la solution aqueuse du résidu de la calcination, puis on y fait passer le résidu insoluble de phosphate de chaux resté dans la capsule de platine, en ajoutant, s'il le faut, quelques gouttes d'acide chlorhydrique; on verse alors, dans la capsule de porcelaine de l'acide sulfurique étendu jusqu'à ce qu'il n'y ait plus d'effervescence et que le liquide soit fortement acide; on évapore à sec, triture le résidu avec 40 centimètres cubes d'acide sulfurique à 5 pour 100 et on introduit le tout dans un flacon jaugé de 100 centimètres cubes; on ajoute 40 centimètres cubes d'eau et on laisse digérer pendant quatre heures en agitant souvent; on remplit d'eau jusqu'au trait et on filtre sur un filtre sec; on prend ensuite 75 centimètres cubes de ce liquide que l'on traite comme nous l'avons fait pour la phosphorite, c'est à-dire qu'on précipite d'abord le phosphate de fer et ramène le liquide au volume de 50 centimètres cubes que l'on emploie à titrer 25 centimètres cubes de liqueur d'urane. S'il n'y avait pas, dans ces 50 centimètres cubes, assez d'acide phosphorique pour terminer la réaction, on finirait avec une solution de phosphate de soude de titre connu. Cette méthode directe a l'inconvénient d'être longue par suite de l'évaporation et de la calcination que l'on est forcé de faire. — β. *Indirectement :*

On fait deux pesées de superphosphate de 2 grammes chacune et on les épuise par l'eau. Dans l'un des résidus, on détermine l'acide phosphorique total; dans l'autre, on enlève, à l'aide du citrate d'ammoniaque, le phosphate régénéré, et on détermine ensuite, après calcination du résidu, la quantité d'acide phosphorique qu'il contient. La différence donne le poids de l'acide phosphorique provenant du phosphate régénéré.

REVUE DES MÉTHODES D'ANALYSE INDUSTRIELLE PUBLIÉES A L'ÉTRANGER.

Par A. Guerout.

Sur les procédés chlorométriques.

En Angleterre on se sert directement pour les titrages chlorométriques de la solution laiteuse obtenue en broyant le chlorure de chaux avec de l'eau. En France on laisse déposer la solution avant de s'en servir : de cette manière on obtient un titre un peu moins élevé que par l'autre méthode. Cette dernière, de son côté, offre ce désavantage que, pendant le titrage, on est constamment obligé d'agiter la burette pour maintenir le précipité en suspension. Pour remédier à ces inconvénients, M. John Smith propose de préparer la solution de chlorure de chaux au moyen d'une liqueur alcaline. On traite, par exemple, 10 grammes de chlorure décolorant délayés dans de l'eau par une solution contenant 20 grammes de cristaux de soude ($NaOCo^2+10Ho$), on filtre le carbonate de chaux précipité et on le lave jusqu'à ce que les eaux de lavage ne décolorent plus le sulfate d'indigo. On amène le volume du liquide à 1 litre. On obtient ainsi un liquide clair incolore, d'une densité de 1.007. Lorsque la densité du liquide s'élève à 1.233, il est verdâtre et gras au toucher. D'après l'auteur, cette liqueur donne, avec tous les procédés chlorométriques, les résultats les plus satisfaisants, et on a en outre l'avantage de pouvoir connaître la quantité de chaux présente si on a soin d'avoir une solution de carbonate de soude de titre connu et de l'ajouter jusqu'à ce qu'il ne se forme plus de précipité. (*Chemical News.*)

M. Herreshoft propose, pour le dosage du chlore dans le chlorure de chaux, le procédé suivant : On broie 1 gramme de chlorure décolorant dans de l'eau et on introduit le mélange dans un vase contenant 20 centimètres cubes d'une solution de protochlorure de zinc de titre connu (30 grammes $SnCl$ dissous dans l'eau avec addition d'acide chlorhydrique et amenés au volume de 1000 centimètres cubes), et on ajoute encore 10 à 12 centimètres cubes d'acide chlorhydrique. La réaction est énergique et complète, et on obtient une liqueur tout à fait incolore. A cette liqueur on ajoute quelques gouttes d'une solution d'amidon et de l'iodure de potassium, et on titre le chlorure de zinc en excès au moyen d'une solution de bichromate de potasse (13gr8738 dans 1000 centimètres cubes d'eau), en versant ce dernier liquide jusqu'à apparition de la coloration bleue. L'auteur préfère cette méthode à celles qui reposent sur l'emploi de l'acide arsénieux et de l'iode. (*Chemical News.*)

En cherchant à instituer une méthode chlorométrique plus simple que les procédés aujourd'hui en usage, le docteur Grœger est arrivé au procédé suivant, qu'il considère comme pratique :

A une solution étendue et fortement acide de sulfate de fer, dont on a déterminé exactement le titre avec une solution de permanganate au dixième, on ajoute avec une pipette la solution de chlorure décolorant, en faisant toucher à l'extrémité de la pipette le fond du vase, de manière que la solution décolorante occupe la partie inférieure du liquide. On ferme le flacon au moyen d'un bouchon de verre; on l'agite bien et on laisse reposer quelques minutes. Quand on a employé une quantité suffisante de protosel de fer, on ne sent plus le chlore en débouchant le flacon. On dose ensuite le protosel de fer en excès au moyen de la même solution de permanganate. La différence entre ce titrage et le premier donne la quan-

tité de protoxyde de fer qui s'est trouvée oxydée par l'acide hypochloreux et on en calcule la valeur du chlorure décolorant. En fixant, par exemple, 1 gramme de chlorure de chaux comme la quantité à prendre, il faut que la quantité de sel de fer employé soit plus que suffisante pour absorber tout l'oxygène produit; mais, d'un autre côté, elle ne doit pas être en trop grand excès. L'auteur recommande de prendre 4 à 5 grammes de protosulfate de fer. Il a trouvé toujours ses résultats d'accord avec ceux obtenus par le procédé Penot. L'avantage qu'il attribue à sa méthode est de pouvoir exécuter les essais avec une plus grande rapidité et autant d'exactitude que par les autres procédés. Il ne recommande pas de se servir de sulfate de fer ammoniacal, parce qu'alors il se forme du chlorure d'azote, comme l'a montré Biltz. (*Journal de Dingler.*)

Dosage du soufre et du phosphore dans le fer.

Par M. K. Meineke.

L'auteur fait remarquer l'incertitude de la plupart des méthodes de dosage du soufre et du phosphore dans le fer. Il propose d'attaquer le fer à essayer par une solution de bichlorure de cuivre.

On traite 5 grammes de fer par une solution concentrée de bichlorure de cuivre, et on laisse digérer à une douce chaleur pendant une heure à une heure et demie. On décante avec soin la solution du fer et on la sépare ainsi du cuivre déposé. Sur ce dernier on verse de nouveau du bichlorure de cuivre; il se forme du protochlorure de cuivre que l'on maintient en solution, en ajoutant du sel marin à la liqueur.

On sépare le résidu insoluble au moyen d'un filtre d'amiante; on lave, on jette le filtre et le résidu dans une capsule; on l'oxyde avec de l'acide nitrique fort et du chlorate de potasse, et on dose dans la solution le soufre à l'état de sulfate de baryte. A la liqueur filtrée on ajoute de l'ammoniaque qui précipite l'oxyde de fer et l'acide phosphorique; on redissout ce précipité et on dose l'acide phosphorique au moyen de l'acide molybdique.

Par ce procédé on trouve toujours plus de soufre que par celui qui consiste à chasser le soufre sous forme d'hydrogène sulfuré et à le recueillir dans une solution ammoniacale d'argent. L'auteur conclut de ses analyses que, dans l'ancien procédé par l'hydrogène sulfuré, on n'obtient pas tout le soufre. Si on ne veut doser que le phosphore, on ne sépare pas le cuivre réduit : on se contente d'oxyder le tout ensemble, d'évaporer à sec, de reprendre par l'eau et l'acide chlorhydrique et de précipiter par l'ammoniaque. Il reste toujours assez d'oxyde de fer pour que tout l'acide phosphorique soit précipité. On termine par l'acide molybdique. (*Journal of the chemical Society.*)

Sur le dosage du ferrocyanogène.

Par M. H. Reineck.

On dose généralement le ferrocyanogène dans le prussiate jaune, le bleu de Prusse et autres ferrocyanures métalliques, en le convertissant en ferricyanogène au moyen d'agents oxydants, tels que l'acide permanganique ou les hypochlorites alcalins. Cette méthode présente ce défaut qu'il est difficile et presque impossible de voir nettement la fin de la réaction, parce que, quand la solution est très-étendue, le ferrocyanure n'est plus applicable quand la solution contient d'autres substances susceptibles de s'oxyder.

Pour éviter ces inconvénients, l'auteur adopte une méthode volumétrique fondée sur la formation du bleu de Prusse par l'action réciproque des persels de fer et des ferrocyanures.

Le titrage repose sur les principes suivants :

Quand à une solution de ferrocyanure de potassium, additionnée ou non d'un acide minéral, on ajoute lentement une solution ferrique, le précipité bleu qui se forme d'abord disparaît et la liqueur reste limpide et bleue. En continuant à ajouter le sel de fer, la solution commence à se troubler, et il arrive un moment où l'addition d'une seule goutte de réactif détermine la soudaine coagulation du bleu de Prusse qui se sépare du liquide incolore. La solution ne contient plus ni fer ni ferrocyanogène.

Des nombreux essais faits par l'auteur, il résulte qu'il faut prendre les précautions suivantes : — La solution de ferrocyanure doit être assez étendue, sans quoi la réaction, dénotant la fin de l'essai, se produirait trop tôt. — Il faut toujours ajouter de l'acide, même en observant la précaution qui vient d'être indiquée.

Ce procédé permet de déterminer avec rapidité la quantité de ferrocyanogène contenue dans un prussiate jaune du commerce.

Une solution étendue de ferrocyanure de potassium ne tarde pas à s'altérer, mais une solution plus concentrée, au dixième, par exemple, peut se conserver sans altération pendant plusieurs mois.

L'auteur applique le principe de cette méthode au dosage de certains métaux dont les ferrocyanures sont insolubles, par exemple, l'urane, le cuivre, le plomb. (*Journal de Dingler.*)

Sur l'essai des minerais de chrome.

Par M. John Clark.

Quand on attaque le minerai par le bisulfate de potasse, et que, après oxydation par le nitre et le carbonate de soude, on précipite subséquemment le chrome à l'état d'oxyde, ce précipité, quelque bien lavé qu'il soit, retient toujours du chromate alcalin. On peut enlever ce chromate soit par de l'acide acétique, soit par de l'eau chargée d'acide sulfureux, et doser volumétriquement la petite quantité de chrome ainsi enlevée. L'auteur pense que le plus ou moins d'attention apportée à cette partie du procédé est pour beaucoup dans les différences qu'on observe dans les analyses de minerais de chrome. Il propose, pour y remédier, le procédé suivant :

A une partie du minerai, en poudre très-fine, on ajoute 8 parties d'un mélange d'hydrate de soude et de magnésie calcinée, et on chauffe fortement pendant une heure dans un creuset de platine. On dissout ensuite la masse dans l'acide sulfurique étendu, et on dose l'acide chromique par addition de double sel de fer et titrage de l'excès de ce dernier au moyen d'une solution de bichromate de potasse.

D'après M. Hugo Tamm, ce procédé ne s'applique pas à l'analyse complète des minerais de chrome, d'abord parce que la magnésie employée est une des parties constituantes du minéral, ensuite parce que la soude contient toujours de la silice et de l'alumine. M. Hugo Tamm modifie de la façon suivante le procédé au bisulfate :

On fait fondre 1 partie de minerai avec 15 parties de bisulfate de potasse et on volatilise l'excès d'acide; on ajoute 10 parties de nitre et 10 parties de carbonate de potasse, on fond la masse et on la remue bien. On reprend ensuite par l'eau le contenu du creuset, on filtre et on acidifie la solution alcaline, on neutralise alors *rapidement* avec de l'ammoniaque et du carbonate d'ammoniaque. On se débarrasse aussi de la silice, de l'alumine et de l'oxyde de manganèse. A la liqueur filtrée on ajoute un grand excès d'acide chlorhydrique, et, après complète réduction de l'acide chromique, on précipite par l'ammoniaque. L'oxyde ainsi obtenu n'est pas tout à fait exempt de sels alcalins, aussi est-il indispensable de le dissoudre et de le précipiter une seconde fois; après avoir été lavé avec soin, ce second précipité ne contiendra plus trace de matières étrangères. (*Chemical News.*)

Essai des nitrates et dosage de l'acide nitrique.

Par M. A. Wagner.

L'auteur applique à l'essai des salpêtres l'action oxydante des nitrates sur l'oxyde de chrome. On chauffe $0^{gr}.3$ à $0^{gr}.4$ du salpêtre à essayer avec environ 3 grammes d'oxyde de chrome et 1 gramme de carbonate de soude dans un tube d'où l'air a été chassé par un courant d'acide carbonique. On continue le courant de ce gaz pendant l'opération, pour enlever le bioxyde d'azote formé; il suffit de chauffer huit à dix minutes. Après refroidissement, on dissout la masse dans l'eau, on précipite l'acide chromique par le nitrate de protoxyde de mercure, on lave le chromate de mercure avec les précautions recommandées

par Rose, on calcine et on pèse l'oxyde de chrome qui reste. L'auteur calcule, d'après l'équation :

$$Cr^2O^3 + AzO^5 = 2CrO^3 + AzO^2$$

qu'une partie d'oxyde de chrome correspond à 0.7068 parties en poids d'acide nitrique. Les résultats obtenus sont très-satisfaisants. Lorsqu'il ne s'agit pas d'arriver à une exactitude absolue, il n'est pas nécessaire d'exclure l'air; les résultats n'en sont qu'un peu trop élevés.

(*Journal de Dingler.*)

Sur la recherche et le dosage de la paraffine dans les bougies stéariques.

Par M. Hock.

Tous les chimistes au courant des secrets de la fabrication des bougies stéariques savent que dans les fabriques de bougie on ajoute à la masse d'acide stéarique de la paraffine presque dans la proportion de 20 pour 100. D'un autre côté, les fabricants de bougies de paraffine augmentent la valeur de leurs bougies par une addition d'acide stéarique. Malheureusement le consommateur n'est pas toujours averti que les bougies stéariques qu'il achète sont additionnées de paraffine, et cette addition d'uue substance peu coûteuse à une matière d'un prix plus élevé devient une véritable tromperie. Il y a cependant des bougies qui portent sur leur enveloppe l'indication de l'addition de paraffine. On a donc depuis longtemps cherché des méthodes qui permissent d'une part de déceler la paraffine en présence de l'acide stéarique et de l'autre d'effectuer le dosage de ces deux subsances.

On a d'abord déterminé la densité et le point de fusion de ces mélanges. Mais les produits purs (dans le sens technique du moins) ne donnent pas toujours les nombres normaux, de sorte que ces moyens ne peuvent être employés pour la recherche et le dosage de la paraffine et de la stéarine.

Cela vient de ce que les fabriques de bougie n'emploient pas de l'acide stéarique et de la paraffine chimiquement purs : ils se servent toujours de mélanges d'acides gras, de carbures, dont la composition dépend du mode de fabrication et diffère par suite d'une fabrique à l'autre. Relativement aux déterminations thermométriques, nous ferons seulement remarquer que, suivant la matière première qui a servi à fabriquer la paraffine (tourbe, goudron, ozokérite), le point de fusion de cette substance varie de 48 à 60° C., de sorte qu'il n'y a pas à songer à établir un nombre normal.

C'est donc par voie humide qu'il faut chercher à séparer et doser l'acide stéarique et la paraffine.

Pour l'essai qualitatif, qui suffit très-rarement, M. R. Wagner a donné une bonne méthode, fort recommandée aussi par Hofmann. Elle est fondée sur ce qu'une solution bouillante de paraffine dans l'alcool ne donne pas de précipité avec une solution alcoolique d'acétate neutre de plomb, tandis qu'il se produit un trouble ou un précipité floconneux lorsque la paraffine contient de l'acide stéarique. Mais, comme on le voit, cette méthode ne s'applique qu'à la recherche de l'acide stéarique dans la paraffine et pas à celle de la paraffine dans l'acide stéarique. On arrive à un meilleur résultat en saponifiant l'acide stéarique et extrayant la paraffine par un de ses dissolvants pour la doser ainsi séparément. Cette méthode est applicable qualitativement et quantitativement. On pèse une portion de la substance à essayer (5 grammes au moins) et on la traite à chaud par une solution de potasse de concentration moyenne. L'acide stéarique se combine avec l'alcali pour former un savon, tandis que la paraffine, qui, comme on sait, n'est attaquée ni par les acides forts ni par les alcalis, reste en suspension dans le liquide sous forme de masse fondue. On pourrait songer à laisser refroidir ce gâteau de paraffine comme on le fait pour les acides gras dans l'analyse des savons, mais on ne peut opérer ainsi, parce qu'une quantité notable de la paraffine reste en suspension dans le liquide et rendrait ainsi le dosage inexact. On ne réussit pas mieux en cherchant à enlever la paraffine à cette solution par l'agitation avec l'éther ou un autre dissolvant. Le mieux est d'avoir recours à la précipitation par le sel, telle qu'on l'emploie dans la fabrication des savons.

On sait que le savon de potasse a la propriété d'être insoluble dans une solution de sel marin et d'être précipité par ce corps de sa dissolution sous forme de masses grenues. En se précipitant ainsi, le savon emprisonne complétement les gouttelettes de paraffine en suspension et permet de les réunir de la manière suivante : On jette sur un filtre le précipité de savon et on le lave avec de l'eau froide ou de l'alcool très-étendu. Quand tout le sel a été enlevé, le savon se dissout et les globules de paraffine, qui étaient englobés dans le précipité, restent sur le filtre que l'on sèche à une température inférieure au point de fusion de la paraffine, c'est-à-dire à une chaleur de 35, — 40° C. Comme ces petits globules de paraffine peuvent contenir de l'eau ou de l'alcali provenant de la saponification, une pesée directe pourrait induire en erreur. C'est pourquoi on traite la paraffine sur le filtre par de l'éther et, après un lavage suffisant, on évapore la solution éthérée à une basse température dans une capsule tarée, en prenant toutes les précautions nécessaires, parce que la solution écume et donne facilement des projections. Le poids du résidu de cette évaporation représente la paraffine : on dose l'acide stéarique par différence.

Nous avons essayé cette méthode sur des mélanges de composition connue; elle donne toujours de bons résultats et est à recommander à ceux qui s'occupent de l'examen de ces sortes de mélanges. Les résultats obtenus sont toujours confirmés par les faits et ne dépendent jamais, comme la densité et le point de fusion, du mode de fabrication et de l'origine des produits.

Essai de la cochenille.

Par J.-M. Merrick.

Suivant l'auteur, ce procédé est plus rapide et plus exact que celui qui consiste à teindre avec la cochenille à essayer des morceaux de flanelle; il est aussi préférable à la décoloration par le chlorure de chaux, car l'agent oxydant employé ne précipite pas la matière colorante de la cochenille.

On réduit en poudre fine la cochenille à essayer, on en pèse 2 grammes à $2^{gr}.5$, et on les introduit dans un ballon assez large, à col étroit; on ajoute 750 centimètres cubes d'eau et on fait bouillir une heure. On filtre à travers un filtre sec et on laisse refroidir. Pour l'essai, on introduit 50 centimètres cubes de cette solution dans un matras d'environ 200 centimètres cubes. On verse alors, au moyen d'une burette à robinet, une solution faible de permanganate de potasse; on en laisse d'abord couler 10 centimètres cubes et on agite bien. On continue jusqu'à ce que la couleur primitive de l'extrait de cochenille soit passée au rose chair très-faible, presque au jaune, sans que pourtant elle soit décidément jaune. Ce rose chair doit être assez stable pour ne pas passer au jaune en un quart d'heure. Avec un peu de pratique, on arrive facilement à obtenir la nuance voulue, indiquant que la matière est presque entièrement détruite, sans cependant l'être complétement.

Lorsqu'on a plusieurs échantillons de cochenille à comparer l'un avec l'autre, on prépare comme nous venons de le dire une série de matras de 200 centimètres cubes, et on dispose devant chaque matras un petit tube à essai sur son support; on verse ensuite dans tous les matras le même nombre de centimètres cubes de solution de permanganate. (L'étendue de cette dissolution doit être telle qu'elle décolore son volume de solution de cochenille.) Il faut avoir soin de ne pas décolorer complétement; on agite alors les matras et on les laisse au repos pendant dix minutes.

On verse alors une partie du contenu de chaque matras dans le tube à essai correspondant, et en comparant ces tubes, on détermine aisément quel est l'échantillon qui a été le moins décoloré. On prend cet échantillon pour point de départ, on remet dans le matras le contenu du petit tube et on ajoute de la solution de permanganate jusqu'à production de la teinte sensible. On note le nombre total de centimètres cubes employés, puis on fait un nouvel essai en versant dans la solution de cochenille le même nombre de centimètres cubes moins un de solution de caméléon, et on termine avec précaution goutte à goutte. Si les deux résultats s'accordent, on fait subir la même opération au contenu des autres matras.

L'auteur fait généralement un dernier essai de la manière suivante : il verse dans chaque

matras 50 centimètres cubes de solution de cochenille, puis y introduit rapidement les quantités de permanganate reconnues nécessaires dans les essais précédents, laisse reposer dix minutes et compare enfin les liquides dans les petits tubes à essai.

Si les nuances ne sont pas identiques, on corrige en reversant dans le matras le contenu d'un ou de plusieurs tubes et ajoutant un peu de permanganate. On arrive ainsi à une plus grande précision.

Nouveau procédé pour l'essai du pétrole.

Par Vander Weyde.

L'auteur remplit du pétrole à essayer un tube de verre fermé par un bout; il bouche avec le doigt l'extrémité ouverte de ce tube, puis il l'introduit en le renversant dans un vase qui contient de l'eau à une température de 43° $^3/_{10}$ à 44° C. On maintient cette température en ajoutant de temps en temps un peu d'eau chaude; dès qu'il se produit des gaz, ils se rassemblent à la partie supérieure de l'éprouvette et refoulent le pétrole hors du tube. La quantité de gaz dégagé permet de déterminer la valeur comparative du pétrole, c'est pourquoi il est bon d'employer un tube gradué. D'après l'auteur, cette méthode n'a pas l'incertitude des procédés ordinaires, dans lesquels un échauffement trop lent peut faire paraître un échantillon meilleur qu'il ne l'est réellement, car, si on opère dans un faible courant d'air, les vapeurs sont entraînées à mesure quelles se produisent, de sorte qu'il devient impossible de les enflammer.

L'auteur appuie son procédé sur ce fait que tous les gaz que le pétrole dégage à une température de 44° C. sont inflammables.

Méthode pour déterminer la valeur des couleurs d'aniline.

Par A. Muller.

Le principe de cette méthode consiste dans la fixation de la matière colorante à essayer sur une plaque de verre au moyen de collodion; on obtient ainsi une pellicule mince que l'on compare avec une autre préparée de la même façon au moyen d'une matière colorante type. Voici comment on prépare le collodion normal : On dissout 12 grammes de coton poudre dans 699 centimètres cubes d'éther, et on ajoute 350 centimètres cubes d'alcool d'une densité de 0.8156; on introduit cette solution dans un flacon construit d'après le principe de la burette de Gay-Lussac, et on la conserve dans l'obscurité pour prévenir toute décomposition ou volatilisation de l'éther et de l'alcool. Pour déterminer le pouvoir colorant d'une substance soluble dans l'alcool, de la fuchsine, par exemple, soit cristallisée, soit en pâte ou en solution, on procède comme il suit :

On prend un échantillon de matière colorante de qualité connue; on en pèse 0gr.2 et on les introduit dans un flacon, d'environ 120 centimètres cubes, fermé à l'émeri. On verse aussi vite que possible, au moyen d'une burette de Gay-Lussac, exactement 100 centimètres cubes de collodion normal; on bouche et on agite fortement plusieurs fois. Il ne faut pas opérer à chaud. On reconnaît au bout d'une demi-heure que tout est dissous au moyen d'une baguette de verre que l'on frotte sur le fond du flacon. On verse alors rapidement sur le bord supérieur d'une plaque de verre bien propre et bien transparente. Pour que toutes les couches soient égales, on donne à la plaque un angle de 60 degrés, en l'appuyant sur une des faces d'un prisme triangulaire en bois à base équilatérale : ce prisme est vissé sur la table de travail, et on l'entoure de rigoles munies de trous par lesquels l'excédant de collodion s'écoule dans des vases placés en dessous. Quand la pellicule est sèche, on n'en conserve sur la plaque qu'un morceau régulier, et on enlève le reste au moyen d'un linge mouillé. La plaque ainsi préparée peut servir de point de comparaison avec d'autres plaques analogues faites avec les matières colorantes à essayer. On se fera ainsi des plaques types avec toutes les couleurs du goudron, solubles dans l'alcool. L'acide picrique et le jaune de Martins ne peuvent pas être essayés de cette façon; ils cristallisent quand on fait sécher le collodion.

Pour faire l'essai d'une couleur d'aniline par cette méthode, on en pèse 0gr.2; on les in-

troduit dans un flacon à émeri de 120 centimètres cubes, et on ajoute 50 centimètres cubes de collodion normal et on agite jusqu'à ce que la solution soit complète. Il est clair que si la matière colorante est aussi pure que l'échantillon type, il faudra encore 50 centimètres cubes de collodion pour que la pellicule produite ait la même intensité que la pellicule type; en d'autres termes, le nombre de centimètres cubes de collodion normal à ajouter à cette première solution pour que la plaque soit de même intensité que la plaque type, augmenté de 50 centimètres cubes, sera directement proportionnel à la valeur de l'échantillon à examiner.

Pour effectuer la comparaison, on fait tomber une goutte de collodion sur la plaque type à côté de la portion de pellicule réservée. La plaque doit être pendant cette opération soutenue sur le prisme. On ferme rapidement le flacon et on compare les deux pellicules lorsqu'elles sont sèches. Si la pellicule normale est la plus claire, on ajoute du collodion à l'autre solution jusqu'à ce que les deux pellicules soient de même intensité.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

Séance du 1er avril. — M. de La Rive vient rappeler sa théorie des aurores polaires. Il les considère comme un phénomène qui se passe dans l'atmosphère, et qui a pour origine l'électricité provenant des régions équatoriales, où la nappe d'air ascendante se partage entre les courants dirigés vers les deux pôles. Les preuves en faveur de cette explication abondent. Dans les régions polaires, l'aurore se manifeste d'ailleurs tout près du sol et, pour ainsi dire, à portée de la main. Pour ne citer que des exemples tout récents, M. Paul Rollier, descendu en Norvége avec son ballon quatorze heures après son départ de Paris, en décembre 1870, se trouva sur le mont Lidde, à 1.300 mètres de hauteur, au milieu d'une brillante aurore, accompagnée d'un bruissement particulier et d'une odeur de soufre presque asphyxiante; M. Lemstrœm, qui a fait partie de l'expédition suédoise au pôle nord en 1868, a signalé également des faits de ce genre qui militent en faveur de la théorie électrique des aurores. Enfin, il ne faut pas oublier l'expérience vraiment saisissante par laquelle M. de La Rive reproduit les aurores en petit, par l'action du magnétisme sur les jets électriques.

M. de la Rive fait voir que les applications de l'analyse spectrale à l'étude des aurores polaires que l'on invoque contre sa théorie, peuvent au contraire se concilier avec elle. M. Vogel a retrouvé la plupart des raies de l'aurore dans le spectre de l'azote, en diminuant l'intensité de la lumière par un affaiblissement de la décharge électrique, de manière à se rapprocher des conditions où se produit l'aurore. La raie vert jaune signalée par M. Angstrœm finira par être retrouvée aussi dans le spectre artificiel de quelque gaz terrestre.

La coïncidence qui a été constatée entre le retour périodique des taches solaires et celui des grandes aurores prouverait que l'état de la surface du soleil exerce une influence sur l'intensité de l'électricité atmosphérique. Au reste, la théorie électrique des aurores boréales est indépendante de cette question; elle s'appuie sur des faits incontestables : l'existence de l'électricité positive dans l'atmosphère et de l'électricité négative dans la terre, lesquelles tendent sans cesse à se réunir, et se réunissent en effet au-dessus des deux pôles.

— M. Chevreul continue sa lecture sur l'histoire des théories de la fermentation (16 pages). Il s'occupe aujourd'hui des idées de Stahl sur la fermentation et sur la combustion. Il s'étonne qu'on n'ait pas traduit en français la *Zymotechnia fundamentalis* de Stahl (publiée en 1697). Sa conclusion générale est que les théories de la fermentation et de la combustion de Stahl appartiennent au domaine de la physique plutôt qu'à celui de la chimie, puisqu'il étudie généralement de préférence les phénomènes passagers au lieu des phénomènes permanents des actions moléculaires. — Ces études historiques de M. Chevreul sont très-importantes et se distinguent toujours par la profondeur des vues; c'est dommage que son style soit si diffus et si hérissé de digressions. Dans une troisième communication, il parlera de Lavoisier. Ce sera implicitement une réponse à M. Volhard.

— M. Faye signale une nouvelle association qui vient de se fonder en Italie sous ce titre : « Société des spectroscopistes italiens, » et qui a obtenu l'appui du gouvernement.

M. Faye fait d'abord l'histoire du développement de l'analyse spectrale depuis les premières publications de Kirchhoff; il explique ensuite quels sont les divers travaux que la Société se propose d'entreprendre. Elle renferme des membres tels que MM. Respighi, Secchi, Lorenzoni, Tacchini, Gasparis. Son programme a peut-être le tort d'être trop vaste, il embrasse la surveillance des taches solaires, des protubérances, des aurores boréales, des perturbations magnétiques; les coïncidences qu'on a cru remarquer entre ces divers phénomènes sont très-probablement fortuites, et en se proposant de les vérifier on s'impose une bien grosse tâche. M. Faye recommande enfin la photographie pour l'étude régulière de la surface solaire, et il voudrait qu'il y eût en France un laboratoire spectroscopique et photographique, consacré à ce genre de travaux. Il en attend de grands résultats. Qu'a produit cependant l'héliographe de Kew?

M. Faye discute de nouveau l'hyothèse des vents alizés sur le soleil, à laquelle se cramponne le docteur Zœllner. Le P. Secchi s'est rangé à l'avis de M. Zœllner, M. Respighi est de l'avis de M. Faye, que les alizés n'existent pas sur le soleil. M. Faye s'appuie sur des faits, ses adversaires ont recours à l'induction par analogie, mais ce procédé porte à faux, s'il est appliqué au soleil et à la terre, ces deux astres étant à des phases trop différentes de leur développement. Étant donnés les courants ascendants qui tiennent l'intérieur du soleil en communication avec la surface, comment parler désormais de nuages, de vents alizés, de réfractions atmosphériques régulières, lorsqu'il s'agit du soleil? On plie des faits mal connus à ces interprétations commodes qui se fondent sur des analogies de détail, mais l'on se voit obligé d'abandonner ces hypothèses l'une après l'autre aussitôt que les faits sont mieux observés; cela déroute le public et le rend méfiant à l'égard de la science.

— M. Charles Sainte-Claire Deville a la douleur d'annoncer à l'Académie que l'observatoire météorologique de Montsouris, qu'il a fondé en 1869, vient de perdre son autonomie pour devenir une simple station, une annexe de l'Observatoire de Paris. M. Deville n'a donc plus la direction suprême.

Cette communication provoque un orage. M. Chasles propose à l'Académie d'envoyer ses deux secrétaires perpétuels auprès du ministre de l'instruction publique pour lui faire des remontrances; M. Le Verrier parle « d'intrigues; » on accuse certains « personnages remuants » d'avoir voulu se tailler un fief dans les dépouilles de M. Deville. Finalement la discussion est renvoyée au comité secret, et le *Compte-rendu* la mentionne à peine.

Il faut dire pourtant que les principes que M. Deville appliquait à Montsouris étaient contestables, et qu'on peut attendre de M. Marié-Davy des procédés plus rationnels et des travaux plus féconds.

— M. Thenard annonce que M. Bouley lui écrit de Vienne, où il représente la France dans une conférence internationale qui cherche les moyens d'arrêter la peste des steppes, que la question est pratiquement résolue.

— L'Académie procède à la nomination de deux correspondants pour la section de géographie et de navigation; son choix tombe sur l'abbé A. David (retour de Chine) et sur M. Ledieu. Un certain nombre de voix s'étaient prononcées pour M. Garnier.

— M. Gosselin donne lecture d'un mémoire sur le choix des moyens de traitement dans les maladies chirurgicales de l'adolescence. Il part de cette formule : les maladies chirurgicales spontanées spéciales des jeunes gens ont une tendance à durer, à s'accroître, à récidiver, tant que dure l'adolescence; elles perdent ces tendances avec l âge adulte. Il applique cette formule au traitement des maladies suivantes : ongle incarné, valgus douloureux, ostéite épiphysaire suppurante, exostose épiphysaire, polypes, etc. Il faut, dans tous ces cas, de la *patience.*

— Les consuls de France à Corfou et à Janina adressent des détails sur les tremblements de terre ressentis au mois de février dans ces localités.

— M. Mannheim continue ses communications sur le contact du troisième ordre de deux surfaces.

— M. Crova adresse une brochure sur les échelles thermométriques, où il réfute incidemment les bêtises publiées par M. Mohr, professeur à Bonn.

— M. Crova communique aussi de nouvelles recherches sur les phénomènes d'interférence produits par les réseaux parallèles (sa première note était du 26 juin 1871). Il a étudié ces phénomènes à l'aide d'un oculaire convergent dont il donne la description détaillée.

— M. C. Decharme a fait des expériences sur le mouvement ascensionnel spontané des liquides dans les tubes capillaires. Il donne quelqes résultats provisoires, « craignant que son sujet ne soit bientôt abordé par d'autres observateurs. » Attendons ses résultats définitifs; rien ne presse.

— M. Joseph Boussingault adresse une note sur la *sorbite*, matière sucrée analogue à la mannite, qu'il a trouvée dans le jus des baies du sorbier des oiseleurs.

— M. A. Clermont communique des recherches sur quelques trichloracétates métalliques.

— M. E. Reboul veut démontrer l'identité des bromhydrate et iodhydrate de propylène bromé avec les dibromhydrate et iodobromhydrate d'allylène. Le dibromhydrate d'acétylène serait alors identique avec le bromhydrate d'éthylène bromé.

— M. Duval-Jouve s'occupe de l'anatomie des cloisons que présentent les feuilles de certains *juncus*.

— M. J. Girard présente des photographies de coupes transversales de tiges végétales.

Séance du 8 avril. — Le président annonce la mort de M. E. Laugier, membre du bureau des longitudes, décédé le 5 avril.

— M. Decaisne annonce la mort de M. Hugo de Mohl, correspondant de la section de botanique, décédé à Tubingue, le 1er avril.

— M. Chevreul donne lecture d'une seconde note sur la cristallisation de sels barytiques dont les acides proviennent de l'eau de macération des cadavres. Cette fois, il a observé des cristaux qui ressemblent à des cratères volcaniques; M. Elie de Beaumont, en les voyant, les a comparés à l'Etna; puis M. Chevreul a vu des étoiles satinées, des choux-fleurs, etc. Tout cela est fort drôle.

— M. Silbermann (Joseph) lit la suite de son Mémoire sur les lois des marées atmosphériques et les conséquences qu'on en peut tirer au point de vue du système du monde. Il les expose dans un style amphigourique.

— M. Vulpian revient sur l'altération des muscles qui se produit sous l'influence des lésions traumatiques ou analogues des nerfs. Des expériences sur les nerfs de la langue et le nerf facial ont prouvé que l'atrophie musculaire n'est point due à la lésion des fibres sensitives, ni à celle des fibres sympathiques, mais bien à celle des fibres motrices. La cause de l'atrophie est la suppression et non l'exaltation morbide de l'influence trophique des noyaux de substance grise d'où naissent ces fibres nerveuses motrices.

— Feu M. Louis Martin a laissé une note sur l'altération des eaux sulfureuses des Eaux-Bonnes au contact d'un air limité. Ce Mémoire paraîtra dans les *Annales de chimie et de physique.*

— M. Gauthier de Claubry adresse des observations sur les faits signalés par M. Champouillon, relatifs à la putréfaction des cadavres de sujets alcoolisés. Il pense qu'il n'est pas prouvé que les faits en question soient dus à l'alcoolisme. En 1830, beaucoup de cadavres furent enterrés au Champ-de-Mars, près du pont d'Iéna; déterrés en 1840, ils offraient des états très-différents, ce qui prouve qu'il y a des causes particulières aux individus. Dans les cas signalés par M. Champouillon, il y a peut-être aussi de ces causes individuelles.

— M. C. Jordan communique ses recherches sur les substitutions.

— M. E. Combescure adresse une note sur un sytème particulier d'équations aux différences partielles.

— M. A. Ditte soumet à l'Académie ses recherches sur la volatilisation apparente du sélénium et du tellure, et sur la dissociation de leurs combinaisons hydrogénées. Si l'on chauffe ensemble l'hydrogène et le sélénium. la quantité d'acide sélenhydrique produit augmente depuis 250 degrés jusque vers 520 degrés, pour diminuer au-delà. La dissociation peut s'obtenir par refroidissement. Dans un tube inégalement chauffé en tous ses points et qui ren-

ferme de l'hydrogène, de l'acide sélenhydrique et du sélénium en vapeurs, la quantité d'acide sélenhydrique est finalement la proportion maximum de ce gaz qu'il renfermerait, entièrement porté à la température de son point le plus chaud. Dans un tube contenant du sélénium et de l'hydrogène, et partiellement chauffé, il se produit aux points les plus chauds de l'acide sélénhydrique, qui va se refroidir et déposer du sélénium dans les régions plus froides, où il se forme de beaux cristaux. Avec le tellure, on observe des faits analogues.

— M. B. Renault adresse une note relative aux propriétés réductrices de l'hydrogène et des vapeurs de phosphore et leur application à la reproduction des dessins. Il fait agir un jet d'hydrogène sur un papier imprégné d'un sel oxydé d'argent, et le papier noircit; mais l'hydrogène ne réduit pas les chlorure, cyanure, etc., d'argent. A l'hydrogène, on peut substituer l'azote ou l'acide carbonique qui ont traversé préalablement un tube renfermant des fragments de phosphore; ces gaz noircissent alors, non seulement les sels oxydés d'argent, mais même ceux de mercure et de cuivre.

— M. de Tommasi adresse une note sur une combinaison de bioxyde de chrome et de dichromate potassique, le *dichromate kalichromique*, qu'il obtient en faisant réagir un courant de bioxyde d'azote sur une solution bouillante de dichromate potassique dans de l'acide azotique fumant.

— M. L. Grandeau présente des recherches sur le rôle des matières organiques du sol dans les phénomènes de la nutrition des végétaux. Son point de départ est un travail sur les *terres noires* de Russie, dont il avait à sa disposition des échantillons reçus de Podolie. Il s'agit ici d'un sol n'ayant jamais reçu de fumure, assolé triennalement, et produisant depuis longues années 18 hectolitres de blé, 22 hectolitres d'avoine et 30.000 kilogrammes de betterave à l'hectare. La composition chimique de cette terre n'expliquait pas sa fertilité. M. Grandeau pense qu'elle doit cette fertilité à une combinaison particulière de matières organiques avec la silice, l'acide phosphorique, le fer, la chaux, la magnésie. Unie, dans le sol, aux bases terreuses cette substance complexe n'est enlevée à la terre ni par l'eau, ni par les solutions acides ou alcalines; il faut préalablemet détruire la combinaison calcaire par l'ammoniaque. C'est probablement le carbonate d'ammoniaque qui est l'agent de la dissolution dans le sol des éléments minéraux que renferme la matière noire. — En résumé, les sols fertiles renferment des éléments nutritifs minéraux sous la même forme que le fumier de ferme; leur fertilité est liée à la richesse en éléments minéraux de la matière organique soluble dans l'ammoniaque; les substances organiques sont le véhicule des aliments minéraux, qu'elles extraient du sol pour les présenter sous une forme assimilable aux racines des végétaux.

— M. O. Silvestri a fait l'analyse chimique et microscopique de la pluie de sable tombée en Sicile du 9 au 11 mars 1872, et prédite par M. Tarry une semaine d'avance. C'est un sable rouge, argileux, renfermant beaucoup de petits organismes.

— MM. Cloez et Guignet donnent la composition chimique du vert de Chine (lokao). Nous reproduisons leur note.

— MM. Van Tieghem et G. Le Monnier adressent une note sur le polymorphisme du *mucor mucedo*. Cette moisissure possède, paraît-il, un choix complet de formes reproductrices; il y en a jusqu'à huit.

— M. Diamilla-Miller fait présenter par M. Le Verrier une carte des *isogones* magnétiques de la mer Adriatique, et un tableau de la déclinaison absolue pour les principaux points de la côte, qui fait ressortir des perturbations notables. Le même auteur revient sur l'origine cosmique des aurores boréales, qu'il prétend avoir signalée le premier (dès 1854).

— M. Latouche voudrait arroser les continents d'eau de mer. Si ça peut le rendre heureux, qu'il le fasse.

Séance du 15 avril. — M. de Saint-Venant donne lecture d'un travail sur l'intensité des forces capables de déformer avec continuité des blocs ductiles, cylindriques, pleins ou évidés, et placés dans diverses circonstances.

— M. M. Favre et Valson continuent leurs recherches sur la dissociation cristalline. Ils s'occupent aujourd'hui des aluns. Leur attention s'est portée de préférence sur l'élément thermique du phénomène de la dissociation cristalline.

— L'Académie nomme M. Charles Sainte-Claire Deville (comme fiche de consolation) et M. Elie de Beaumont membres de la commission chargée d'inspecter l'observatoire de Paris.

— M. Boussinesq lit un mémoire qui traite de l'influence des forces centrifuges sur l'écoulement permanent varié de l'eau dans les canaux prismatiques.

De nombreuses expériences de M. Bazin confirment sa théorie des ressauts, et la distinction qu'il établit entre les torrents rapides, ou cours d'eau de forte pente, les torrents de pente modérée, et les *rivières*, ou cours d'eau de faible pente.

— M. Alph. Milne-Edwards donne lecture d'un mémoire sur les oiseaux fossiles, où il résume quelques-uns des résultats de douze années de recherches, avant que le dernier fascicule de son ouvrage soit livré au public. Il montre comment cette faune disparue nous renseigne sur les anciennes conditions climatériques de diverses parties du monde.

— M. A. Gaudry lit une note sur les animaux fossiles du mont Léberon (Vaucluse). Il y a recueilli environ 1,200 pièces qu'il a données au Muséum. Les analogies des faunes font penser qu'à l'époque miocène, il y avait des terres continues depuis la Grèce jusqu'à l'Espagne, et que le midi de l'Europe était en connexion avec l'Afrique.

— M. Trémaux donne lecture d'un mémoire « sur la répulsion universelle. » Qui donc lui accorde des tours de lecture?

— M. L.-V. Turquan adresse un mémoire sur le calcul intégral et la description d'un appareil destiné à révéler la présence du grisou dans les mines. C'est une sonnerie qui est mise en branle par la combustion d'un fil de coton, imprégné de salpêtre.

— M. Van der Mensbrugghe adresse une brochure sur un fait qu'on observe au contact de deux liquides de tensions superficielles très-différentes (dégagement des gaz dissous dans le liquide à forte tension).

— Le Consul de France à Mostar (Herzégovine) décrit les tremblements de terre du mois de février.

— M. Lœwy, en l'absence de M. Delaunay, annonce à l'Académie que deux planètes ont été découvertes récemment : la 119e le 9 avril, à Paris, par M. Paul Henry; la 120e à Marseille, le 10, par M. Borrelly.

— M. Combescure indique un procédé d'intégration, par approximations successives, d'une certaine équation de la plasticodynamique, signalée par M. de Saint-Venant.

— M. A. Muntz adresse un mémoire sur la statistique des cultures industrielles, faisant suite à une publication de M. Boussingault. Ses expériences ont été faites sur une houblonnière de Wœrth. On a déterminé la quantité d'éléments assimilés par les plants et enlevés au sol à l'époque de la cueillette. Pour les 6.300 plants que contiendrait 1 hectare, on a trouvé :

Eau	11270	kilogrammes.
Carbone	2624	—
Hydrogène	315	—
Oxygène	2011	—
Azote	91	—
Acide phosphorique	22	—
Magnésie	24	—
Potasse	41	—

En ajoutant 134 kilogrammes de matières minérales non déterminées, cela donne un total de 16.535 kilogrammes. La soude n'a été rencontrée qu'en doses minimes.

— M. Berthelot revient sur la chaleur de formation des composés oxygénés de l'azote. Il a été attaqué, paraît-il, par M. Thomsen, et sa note est implicitement une réponse. Trois séries d'expériences ont été publiées sur la formation des acides nitrique et nitreux; elles offrent des divergences très-grandes, dues à l'incertitude des réactions opérées dans les calorimètres : ce sont les déterminations de M. Favre (1853), de MM. Troost et Hautefeuille (1871), de M. Thomsen (1872). M. Berthelot avait employé la première, et n'est pas sûr que celle de M. Thomsen soit la plus exacte.

— M. A. Gillot adresse une réclamation de priorité au sujet du mémoire de M. Gruner, relatif à l'action de l'oxyde de carbone sur le fer et ses oxydes, qui a fait l'objet d'un rapport

de M. Henry Sainte-Claire Deville (22 janvier 1872). Le mémoire présenté par M. Gillot, le 3 février 1868, résout, dit-il, la question soulevée par M. Gruner.

— M. Lecoq de Boisbaudran envoie le spectre obtenu en faisant passer une étincelle d'induction par la vapeur d'eau raréfiée : quatre raies nébuleuses, différentes de celles de l'hydrogène.

— MM. L. Dusart et Bardy communiquent des faits nouveaux pour servir à l'histoire des phénols. Ils répondent aux critiques de MM. Girard et de Laire.

— M. F. de Saporta est arrivé à une détermination plus précise de plusieurs genres de conifères jurassiques par l'observation de leurs fruits, qu'il a decouverts. Des huit genres déterminés par lui, trois paraissent avoir survécu, mais sont relégués aujourd'hui au sud de l'équateur.

— M. Ch. Van Banbeke adresse une note concernant les premiers effets de la fécondation sur les œufs de poisson, ainsi que l'origine et la signification du feuillet muqueux ou glandulaire chez les poissons osseux.

— MM. Massenat, Lalande et Castailhac annoncent qu'ils ont découvert un squelette humain de l'âge du renne à Laugerie-Basse (Dordogne). Au-dessous d'une couche d'où l'on avait retiré des gravures sur bois de renne, les fouilles ont mis à nu un squelette, probablement enseveli par un éboulement. Il était à 3 mètres au-dessous de la surface des foyers de l'époque du renne, recouvert par une assise de roches quaternaires.

— M. P. de Rouville insiste sur la nécessité de l'enseignement de la géographie dans nos écoles primaires; il faut, dit-il, commencer par la géographie de la commune. Les écoles auront des cartes communales, et l'instituteur en déduira les principes de la géographie physique. C'est bientôt dit!

— M. Chasselas signale des lueurs polaires observées à Paris dans la nuit du 10 avril. Toute la journée il avait pressenti le phénomène.

— M. Tarry croit possible la prévision des aurores magnétiques à l'aide des courants terrestres qui se produisent dans les fils télégraphiques, et qui précèdent en général de quelques heures l'apparition des aurores. M. Surcau, directeur du bureau télégraphique de Brest, avait déjà remarqué l'intensité des courants qui ont accompagné l'aurore du 4 février. Le 10 avril, ces courants furent constatés simultanément en France et en Amérique, dès une heure et demie du soir; à cinq heures, M. Surcau envoyait un télégramme à Paris pour annoncer une aurore pour le soir. L'aurore a été observée dans la nuit à Brest et ailleurs, à partir de huit heures.

— M. Heis écrit de Munster au sujet des aurores boréales. Chaque aurore est notée avec soin par lui et par ses collaborateurs. Une distance de 32 kilomètres ne paraît pas suffisante pour faire ressortir une parallaxe des rayons de l'aurore. Il donne un tableau qui montre le parallélisme des aurores boréales et australes; ces dernières ont été notées à Melbourne par M. Mœrlin. Les coïncidences sont frappantes.

— M. Alban adresse des résultats d'observations microscopiques sur la précipitation des métaux les uns par les autres. Il a toujours observé des formes arborescentes.

— M. Larrey présente un ouvrage imprimé en anglais, qui a pour titre : *Rapport sur les baraques et hôpitaux, avec la description des postes militaires aux États-Unis*. Le point capital de ces rapports, c'est l'étude des moyens d'aération des bâtiments.

— M. Chasles présente les deux livraisons de novembre et décembre 1871 du *Bulletin des sciences mathématiques*, publié sous les auspices du ministère de l'instruction publique, par MM. Darboux et Hoüel, avec la collaboration de MM. André, Painvin, Radau, Simon et Tisserand.

Séance du 22 avril. — M. Bertrand prend la parole pour se plaindre de M. de Saint-Venant, qui a sommairement glissé dans une note « sur la plasticodynamique » une réponse aux remarques de quelques-uns de ses confrères, dirigées contre un mémoire de M....

M. de Saint-Venant se défend contre l'accusation d'avoir divulgué une discussion du co-

mité secret. Il communique ensuite un complément à donner à une des équations présentées par M. Lévy, pour les mouvements plastiques qui sont symétriques autour d'un axe.

— M. FAYE fait une communication sur les études photographiques du soleil, récemment entreprises à l'observatoire de l'Infant Don Luiz, à Lisbonne, par M. Capello, au moyen d'un équatorial ayant 2 mètres de foyer et 12 centimètres d'ouverture.

— M. SECCHI adresse une note imprimée sur les résultats de l'éclipse de décembre 1871, observée aux Indes. Il soutient toujours l'existence de vents ou courants solaires, dirigés de l'équateur vers les pôles. Son système, qui consiste à dessiner les protubérances sur le bord d'une figure ronde représentant le disque du soleil, fait ressortir aux yeux la prédominance d'une même direction. Les dessins que M. Davis, astronome de lord Lindsay, a fait un peu avant l'éclipse confirment également ces vues. Le P. Secchi donne enfin quelques détails sur les travaux de la Société italienne de spectroscopie.

— M. W. DE FONVIELLE adresse une note sur « l'hypothèse du soleil aimanté. »

— M. Bertrand présente une nouvelle copie d'un mémoire de M. Massieu, lequel, resté chez lui, avait été détruit par l'incendie de la rue de Rivoli, sous la Commune.

— M. CAMILLE JORDAN s'occupe des formes réduites des congruences du second degré.

— M. MONTIER adresse ses recherches sur le travail interne qui accompagne la détente d'un gaz sans variation de chaleur. Il conclut de la loi des chaleurs spécifiques absolues, et des expériences de M. Regnault, que dans la détente de l'acide carbonique, le rapport de travail interne au travail externe est notablement supérieur au rapport correspondant pour la détente de l'hydrogène.

— M. VOLPICELLI revient sur la solution du problème du cavalier dans le jeu des échecs.

— M. P. DESAINS a étudié la réflexion de la chaleur à la surface des corps polis. Il donne des formules qu'il a vérifiées par l'expérience.

— M. DE LAFOLLYE indique un mode de dosage du cuivre par le cyanure de potassium. Il remplace par cette substance le sulfure de sodium dont se servait Pelouze, et emploie comme liqueur titrée une solution de cyanure blanc de potassium pour décolorer l'ammoniure de cuivre.

— MM. G. VOGT et A. HENNINGER ont effectué la synthèse de l'orcine (base des matières colorantes des lichens) en étudiant l'action de la potasse en fusion sur l'acide sulfoconjugué du toluène chloré. L'orcine est le produit principal de l'action de la potasse sur le chlorocrésylsulfite de potassium.

— M. RABUTEAU adresse des recherches sur les propriétés de divers principes immédiats de l'opium. Il a étudié ces alcaloïdes comparativement chez l'homme et chez les animaux, non-seulement au point de vue de leurs propriétés soporifiques, mais encore dans leurs effets analgésiques et anexosmotiques (qui calment la douleur et arrêtent les flux intestinaux).

— M. A. SANSON s'occupe des métis du lièvre et du lapin, dont l'existence est aujourd'hui certaine. Il a examiné les *léporides* obtenus par M. Gayot en 1868.

— M. A.-F. MARION décrit les rotateurs parasites des nébalies (espèce de crustacés).

— M. H. SICARD a fait des recherches sur l'appareil respiratoire des *zonites algirus* (mollusque gastéropode).

— M. H.-E. SAUVAGE a étudié la terminaison de la colonne vertébrale chez les poissons de l'ordre des pleuronectes.

— M. HAMY a observé le développement proportionnel de l'humérus et du radius chez l'homme. Il donne un tableau qui indique le rapport centésimal du radius à l'humérus aux différents âges de la vie. Le rapport décroît depuis 89 (embryon de 3 mois) jusqu'à 72 (enfants de 6 mois et adultes).

— M. GARRIGOU défend contre M. Leymerie l'unité de composition des Pyrénées proprement dites et du chaînon improprement appelé *Petites Pyrénées*.

— M. V. RAULIN présente un résumé des observations pluviométriques faites par M. J. Schmidt à l'observatoire d'Athènes, de 1859 à 1871. L'année la plus pluvieuse a été 1864, les plus riches 1862 et 1863 (750 et 214 millimètres).

— M. Des Essards, enseigne de vaisseau, donne des détails sur des secousses ressenties en mer, et sur le tremblement de terre du mois d'août 1868.

— M. Fron s'étend sur le rapport de la période d'aurores du 10 au 16 avril 1872 avec les mouvements de l'atmosphère : les bourrasques produisent sur leur passage des aurores boréales.

— M. Donati revient sur les perturbations magnétiques consécutives de l'aurore du 4 février.

— M. Tarry répond à la réclamation de M. Diamilla-Muller, et revendique pour Cassini la priorité de l'hypothèse de l'origine solaire des aurores.

— M. Silbermann revient à son tour sur les marées terrestres et sur les influences cosmiques dans les phénomènes météorologiques.

Séance du 29 avril. — Le président annonce la mort de M. Duhamel, décédé le 29 avril.

— MM. A. de la Rive et E. Sarasin présentent des recherches sur le jet électrique dans les gaz raréfiés, et en particulier sur sa puissance mécanique. Ils ont repris l'étude de la rotation qu'éprouve sous l'influence magnétique le jet que la bobine d'induction produit dans un tube à gaz raréfié.

Ils ont déterminé l'influence du degré de raréfaction et de la nature du gaz sur la vitesse de rotation. La vitesse diminue quand la densité du gaz augmente. Un petit carré de papier gommé, suspendu dans une cloche large et élevée, était mis en oscilations régulières par les impulsions du jet qui tournait sous l'influence magnétique, la pression de l'air dans la cloche étant de 15 à 20 millimètres.

Ce petit pendule fut ensuite remplacé par un tourniquet en ivoire, garni de deux petits disques en verre léger, lequel était mis en rotation par l'impulsion du jet électrique. Dans l'air à 10 millimètres, le tourniquet faisait 11 tours en 30 secondes, dans l'air à 4 millimètres, il faisait déjà 30 tours ; l'air étant remplacé par l'hydrogène, on eut 32 tours pour 38 millimètres, 54 tours pour 1 millimètre de pression (à cette pression, le jet n'était plus guère visible).

L'intensité du courant diminue d'ailleurs lorsqu'il fait marcher le tourniquet. La diminution s'observe aussi sans le tourniquet, par suite de la résistance du milieu gazeux à la rotation du jet. Il est vrai que le jet se refroidit aussi dans la rotation, mais ce n'est point là le motif de la diminution d'intensité, elle dépend du travail dépensé.

— M. Chasles communique des théorèmes relatifs aux obliques menées par les points d'une courbe sous des angles de même grandeur, problème soulevé par Réaumur et traité par M. Dewulf.

— M. Bouley fait une longue communication sur la police sanitaire applicable à la peste bovine. La conférence de Vienne, où onze États étaient représentés par vingt-six délégués, a offert là un spectacle d'un accord complet. On sait aujourd'hui que la peste bovine ne se développe spontanément qu'en Russie, d'où elle est importée dans les autres pays ; la Russie elle-même la reçoit probablement des territoires asiatiques. On ne saurait parler ici d'un « génie épidémique ; » c'est la simple contagion qui propage la maladie. L'inoculation serait une mesure désastreuse. Il vaudrait mieux empêcher l'importation du bétail russe. L'Allemagne lui a fermé ses frontières ; mais la Hongrie ne peut y songer ; elle se contentera de le soumettre à une quarantaine de dix jours. Enfin, la confernece a déterminé les mesures qui pourront prévenir partout la propagation de la peste : abattage, enfouissement des cadavres, suspension provisoire des foires et marchés, etc., etc.

Il faudra, en ce qui concerne la France, réorganiser le service sanitaire, en prenant pour modèle l'Allemagne.

— MM. Favre et Valson continuent leurs recherches sur la dissociation cristalline. Ils montrent l'importance que présentent, pour la solution du problème, les considérations thermiques.

— M. Blanchard vient tranquilliser les esprits effrayés par la multiplication insolite de l'insecte connu sous le nom de *bibion des jardins.* C'est un diptère de la famille des tipulides,

et non une mouche. L'insecte se nourrit de substances végétales, et il est inoffensif; il n'a rien de commun avec les mouches des cadavres.

— M. FIZEAU lit un rapport sur un mémoire de M. Croullebois, relatif à la double réfraction elliptique du quartz. L'auteur a observé quelques phénomènes nouveaux avec un biprisme formé de deux quarts de rotations contraires ou de mêmes rotations. On l'encourage à poursuivre ses recherches.

— M. Lucas adresse des théorèmes généraux sur l'équilibre et le mouvement des systèmes matériels. Il y est question du *travail morphique*, du *travail impulsif*, etc.

— M. P. DE GASPARIN présente une note sur la constitution des argiles dans la plaine fertile du Vistre, près de Nîmes, qui porte les plus belles luzernières de France. D'après son analyse, cette terre renfermerait 0.146 pour 100 d'acide phosphorique (6000 kilogrammes d'acide anhydre par hectare).

— M. W. DE FONVIELLE revient sur l'hypothèse du soleil aimanté.

— M. SILBERMANN, qui a la modestie d'aspirer à la succession de M. Regnault au Collége de France, revient sur les aurores boréales, les marées atmosphériques, les astéroïdes, etc.

— M. DESAINS continue ses recherches sur la réflexion de la chaleur, selon la polarisation des rayons. Il montre que ses formules sont vérifiées par l'expérience.

— M. G. GUÉROULT communique la description d'un harmonium à double clavier. Les deux claviers sont accordés par quintes justes; le clavier postérieur est à un comma plus bas que l'antérieur. Cet instrument, fondé sur le même principe que l'harmonium d'Helmholtz, offre 15 accords parfaits majeurs et 15 accords parfaits mineurs *justes*.

— M. GERNEZ communique une note sur les spectres d'absorption des vapeurs de sélénium, de protochlorure et de bromure de sélénium, de tellure, de protochlorure et protobromure de tellure, de protobromure d'iode, d'alizarine. L'alizarine sèche, chauffée avec ménagements, donne en effet des vapeurs dont le spectre d'absorption est formé de raies équidistantes de la partie moyenne du spectre.

— M. MELSENS revient sur les effets de la pénétration des projectiles dans divers milieux; il veut démontrer l'impossibilité de la fusion des balles de plomb dans les plaies produites par les armes à feu. Les nombreuses expériences de tir qu'il a faites en se servant de cibles de bois, de pierre, etc., n'ont jamais montré que les balles de plomb étaient fondues; elles se brisaient simplement. C'est là une réponse sérieuse à MM. Coze, Socin, Hagenbach. M. Melsens n'a vu fondre que les balles en alliage fusible.

— M. AIMÉ GIRARD communique une étude sur les marais salants et l'industrie saunière du Portugal. Le Portugal produit chaque année 250.000 tonnes d'un sel renommé.

M. Girard donne l'analyse des sels recueillis par lui à Sétubal, Lisbonne et Aveiro, et il décrit les procédés en usage. Nous publierons la note de M. A. Girard, qui a le grand mérite d'avoir donné l'explication scientifique d'une méthode qui, à première vue, devait donner des produits défectueux et qui en donnait au contraire d'excellents.

— M. I. PERSONNE signale la présence du sélénium dans l'acide sulfurique de fabrication française, obtenu par le grillage des pyrites. Il espère le trouver aussi dans les boues des chambres. Nous lui rappellerons que M. Kuhlmann et M. Lamy l'y ont trouvé il y a longtemps (1).

— M. L'abbé LABORDE a étudié l'action de l'oxygène sur certaines infusions végétales. Dans une décoction, enfermée dans un ballon et préalablement portée à l'ébullition, il a fait naître de l'oxygène, ou plutôt de l'ozone, à l'aide de deux électrodes qui traversaient le verre du ballon, Cet oxygène n'a pas provoqué la fermentation; c'est une arme pour l'arsenal de M. Pasteur.

— M. GRIESSMAYER prend le parti de M. Pasteur et de M. Duclaux contre M. Liebig, qui avait contesté que la levûre pût prendre de l'azote aux sels ammoniacaux.

— M. BIASSON s'occupe de l'action physiologique de l'éther formique. Il avait affirmé que l'action de l'hydrate de chloral était combinée de celle du chlorofome et de l'acide formique. Ses nouvelles expériences confirment cette interprétation. L'éther formique a une action

(1) *Moniteur scientifique*, 1862, p. 466. C'est là aussi que M. Lamy trouva le thallium, après M. Crookes.

persistante sur le système nerveux moteur, avec résolution musculaire, refroidissement, tendance au sommeil.

— M. E. Rivière revient sur le squelette humain trouvé dans les cavernes des Baoussé-Roussé (Italie), dites grottes de Menton, le 26 mars. Le crâne se rapproche de ceux trouvés à Cro-Magnon (Périgord).

— Le P. Denza décrit les phénomènes auroraux observés en Italie en mars et avril 1872.

— M. Héraud a déterminé les ondes diurnes et semi-diurnes de la marée dans la basse Cochinchine, qui atteignent des amplitudes de 3 mètres. Il a discuté les observations du marégraphe installé dans la baie des Cocotiers, au cap Saint-Jacques, de janvier à avril 1868.

— M. Chapelas a eu la bonne fortune d'observer un bolide à Reims, le 19 avril.

— M. Perris a observé un bolide à Agde, le 24 avril.

— M. Doengingk a observé l'aurore boréale du 4 février en Bessarabie. Il habite ce pays depuis trente ans; les aurores y sont rares et faibles.

— M. P. Guyot ne cesse de noter la coloration du ciel à Nancy.

Séance du 6 mai. — L'Académie présente deux candidats à la chaire de physique au Collége de France, laissée vacante par la retraite de M. Regnault : en premier lieu, M. Mascart; en second lieu, M. Janssen. Le scrutin, dans cette élection, s'est montré très-dramatique. Voici, en effet, ce qui s'est passé et ce qui n'arrive que très-rarement :

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 54,

M. Mascart obtient................. 26 suffrages.
M. Janssen........................ 26 —

Il y a un bulletin blanc et un bulletin nul ; ce bulletin portait les deux noms : M. Janssen, M. Mascart, et des membres voulaient en faire profiter M. Janssen.

Un second tour de scrutin est nécessaire, et cette fois, sur 54 suffrages,

M. Mascart en obtient....................... 27
M. Janssen 26

Il y a un bulletin blanc. M. Mascart est donc désigné en première ligne.

Pour le second candidat présenté, on retourne aux voix, et, cette fois, M. Janssen obtient 46 suffrages, M. Silbermann 2 suffrages, et M. Mascart 1. Il y a quatre bulletins blancs.

— M. P. Gervais décrit une espèce nouvelle de singe, dont on a découvert une mâchoire inférieure au mont Bamboli, près de Livourne. C'est une transition entre le gorille et les macaques.

— M. Delesse présente une étude sur les déformations subies par les terrains de la France. Ces terrains ont été comprimés par les couches superposées, ondulés et gauchis par des oscillations lentes, dérangés par des tremblements de terre, découpés par des failles, etc. M. Delesse s'est attaché à en restaurer l'état primitif en étudiant les étages successifs des dépôts.

— M. Ziegler a constaté que toutes les substances albuminoïdes animales que l'on a tenues entre les doigts acquièrent la propriété de faire contracter les cils des feuilles de *drosera*, comme lorsqu'un insecte se prend dans ces cils. C'est le *contact des doigts* qui donne à ces substances inertes la propriété d'agir sur les cils de drosera; elles la perdent si elles sont humectées. — L'animal vivant peut donc transmettre à l'albumine inerte de certaines propriétés presque vitales; quelle influence le contact exerce-t-il sur l'animal lui-même? Des lapins laissés en contact avec beaucoup d'albumine sont devenus diabétiques et ont péri. — Des droseras laissées longtemps en contact avec l'albumine sont devenues *insensibles* aux insectes, leurs propriétés ont même été renversées; on les ramène à l'état normal par le sulfate de quinine.

— M. C. Daniel fait connaître un procédé de peinture décorative sur étain. On étend la feuille d'étain sur une glace mouillée, on y effectue la peinture à ton uni ou décoratif, on laisse sécher, on vernit, et cette peinture doublée d'étain est prête à être transportée en rouleau, comme le papier de tenture, et à être appliquée sur une muraille ou boiserie. La peinture-étain peut encore remplacer la dorure; l'or est alors appliqué sur la feuille d'étain avec l'apprêt ordinaire. La dorure-étain ne s'oxyde pas.

M. Dumas fait l'éloge de ce procédé, qui est employé par les Chinois pour leurs meubles ou laques. Leurs dorures souvent ne sont autre chose que des feuilles d'étain recouvertes d'un vernis jaune.

— M. Bourget présente un mémoire sur le coefficient économique dans la thermo-dynamique des gaz permanents. Ce coefficient, c'est le rapport entre la chaleur transformée en travail et celle qui est fournie par le foyer. Le coefficient ou rapport *maximum* est déterminé par un théorème de Clausius, qui n'a pas encore été démontré d'une manière rigoureuse; mais l'on peut se passer de ce théorème : c'est là ce que M. Bourget s'efforce d'établir dans son mémoire.

— M. Anez, de Tarascon, écrit pour la cinquième fois au sujet de son procédé de traitement par submersion des vignes attaquées par le *phylloxera vastatrix.* L'aimable Tarasconnais se plaint de ce qu'on ne lui répond pas assez exactement, et demande l'ouverture d'un paquet cacheté : il semble croire que l'Europe a les yeux sur lui et que l'Académie n'est là que pour s'occuper de ses petits paquets. M. Anez, dans son petit paquet, ne recommande pas moins de trente-quatre remèdes, parmi lesquels « tous les sels des produits chimiques obtenus dans les fabriques » et les oiseaux qui mangent les insectes! — M. Dumas rappelle ce que d'autres ont déjà fait pour combattre la maladie de la vigne. — Lire, à ce propos, la note que nous publions dans ce numéro sur le *phylloxera.*

— M. Tacchini écrit à M. Faye pour le remercier de ce qu'il a dit de la Société des spectroscopistes italiens. Il discute les réserves que M. Faye avait faites à l'égard du programme un peu vaste de cette Société.

M. Faye répond brièvement à la lettre de M. Tacchini, qu'il a reçue en province, où il voyage en ce moment; il s'efforce de démontrer en passant que les petites variations du diamètre solaire sont apparentes et dues aux tubes des lunettes, où l'air est échauffé par les rayons solaires qui convergent au foyer de la lunette.

— M. Durrande étudie les propriétés générales du déplacement d'une figure de forme variable.

— M. d'Estocquois adresse une note sur les lois du mouvement de l'eau dans les déversoirs.

— M. Salet a étudié la lumière émise par la vapeur d'iode. Cette vapeur peut être *chauffée au rouge,* et émet dès lors des rayons peu réfrangibles formant un spectre continu. Les expériences qu'il décrit sont vraiment intéressantes et mériteraient d'être répétées avec circonspection.

— M. Prinvault fait voir que la transformation des pyrophosphates en phosphates peut s'accomplir sous d'autres influences que celle des alcalis, par exemple, sous l'action de l'acide borique, de l'acide sulfurique, etc. Sa note renferme les premières indications d'un travail d'ensemble qu'il a entrepris sur les variations d'atomicité des corps polybasiques.

— M. Yvon réclame pour M. Buignet la priorité du procédé de dosage du cuivre par le cyanure de potassium indiqué par M. Lafollye. M. Buignet a publié ce procédé en 1859; M. Yvon l'a perfectionné il y a quelques mois.

— MM. Girard et de Laire adressent une réplique à la réponse que MM. Dusart et Bardy avaient opposée à leur note sur la formation de la diphénylamine; ils demandent une commission pour décider le débat.

— M. A.-F. Marion a étudié les organes reproducteurs de l'*oria Armandi,* annélide polychète.

— M. Arloing communique ses recherches sur la nature du globule sanguin. Il a répété les expériences de MM. Béchamp et Estor sur les *microzymas;* il a constaté les mêmes faits, mais il les interprète autrement. Pour lui, il s'agit ici d'un phénomène purement chimique et non d'une prolifération, d'une génération de cellules.

— M. P. Bouland adresse des recherches anatomiques sur les courbures normales du rachis chez l'homme et chez les animaux.

— M. Krishaber a recueilli un grand nombre d'observations d'une maladie nerveuse non encore décrite, et qu'il appelle *névropathie cérébro-cardiaque.* Elle est caractérisée par certains

troubles des sens, de la locomotion et de la circulation. La forme grave de la maladie comporte des insomnies, cauchemars, etc.

— MM. Potier et Douvillé adressent une note sur le « terrain de sable granitique et d'argile à silex » de la carte géologique de France. On le rencontre surtout entre l'Eure et la Seine. Ces sables ont probablement leur origine dans les mouvements qui ont accompagné l'émersion du calcaire de Beauce et dans les phénomènes éruptifs de cette époque.

— M. Félix Hément a porté ses regards sur la riante vallée de la Vézère, qui paraît avoir été habitée sans interruption depuis les temps préhistoriques jusqu'à nos jours. Rien n'a jamais troublé cette vallée paisible.

« On s'explique ainsi comment le squelette de M. Massenat a été trouvé en fouillant le sol au-dessous des habitations actuelles de Langerie-Basse. » Pauvre M. Massenat! Si jeune et déjà à l'état de squelette!

— M. Palmieri, le directeur de l'observatoire du Vésuve, communique une remarque sur l'ozone atmosphérique. Il a constaté que le passage de l'air par le tube de verre d'un aspirateur lui enlève la propriété de colorer les papiers ozonoscopiques.

— M. Charles Sainte-Claire Deville fait observer que cette remarque s'accorde avec une expérience de M. Houzeau.

— M. Donati revient sur l'origine cosmique des aurores boréales.

— M. Tell-Menricoffre adresse deux photographies de l'éruption actuelle du Vésuve, prises le 26 avril.

— Le Père Denza signale une nouvelle pluie de sable, tombée en Piémont dans la nuit du 19 au 20 avril.

— M. Silbermann, d'après l'état du ciel à Paris dans la nuit du 4 au 5 mai, croit pouvoir affirmer qu'il y a eu, le 5 mai, quelque éruption quelque part.

— M. Le Verrier fait voir combien sont ridicules ces chasseurs de rapprochements et de coïncidences. Malheureusement le *Compte-rendu* ne reproduit pas ses remarques sarcastiques.

En lisant toutes ces découvertes d'analogies et de rapports entre des phénomènes de nature différente, dont les *Comptes-rendus* sont inondés depuis quelque temps, on ne peut s'empêcher de songer à cette femme dont parle Arago : elle croyait qu'elle était la cause des voitures qui passaient dans la rue Saint-Honoré, parce qu'elle en voyait chaque fois qu'elle se mettait à sa fenêtre.

Séance du 13 mai. — M. Chaslès continue de donner, par petites doses, ses théorèmes relatifs à la théorie des obliques d'une courbe. C'est cette fois la seule communication émanée d'un membre de l'Académie.

— M. Arnould Thénard a découvert qu'en faisant passer un courant d'acide carbonique dans un tube analogue à l'ozoniseur de M. Houzeau, on obtient une dissociation rapide sous l'influence de l'effluve électrique. En trente heures, il a ainsi obtenu 265 centimètres cubes d'un mélange de 1 volume d'oxyde de carbone et de 1/2 volume d'oxygène faiblement ozonisé.

— Le docteur Bédoin communique une observation relative aux effets d'une balle de chassepot dans un cas de suicide. Les lésions et les désordres produits par la balle ont été tels, que, en l'absence d'autres documents, on eût pu être conduit à les attribuer à une balle explosible; cependant la balle a été retrouvée entière. Le projectile présentait un aspect boursouflé, indiquant une fusion partielle, ce que l'auteur regarde comme confirmant l'opinion émise par M. Coze; il paraît avoir traversé, sans perte sensible de vitesse, les parties molles qu'il a d'abord rencontrées, et avoir été brusquement arrêté par la colonne vertébrale, où toute sa force vive a pu se convertir en chaleur. L'auteur pense qu'on peut trouver ici réalisées les conditions signalées par M. Melsens comme nécessaires pour que le plomb atteigne une température supérieure à 315 degrés, son point normal de fusion.

— Le consul de France à San-Francisco donne des détails sur un tremblement de terre qui a eu lieu le 30 mars dans le comté d'Inyo.

— M. Cailletet adresse une note concernant l'influence de la pression sur les raies du spectre. L'étincelle d'induction traverse des gaz comprimés dans un tube de verre; l'éclat du

spectre augmente sensiblement avec la pression. Vers 40 atmosphères, les raies disparaissent, et le spectre devient presque continu. Les expériences de M. Cailletet ont porté sur l'hydrogène, l'air atmosphérique, l'azote.

— M. Lamy rappelle que M. Kuhlmann a découvert en 1862 le sélénium dans les boues des chambres, après la fabrication de l'acide sulfurique.

— M. Scheurer-Kestner rappelle que lui et M. Rosenstiehl ont trouvé le sélénium dans l'acide sulfurique même, en 1868. — Ces deux réclamations sont dirigées contre la note de M. Personne (séance du 6 mai).

— M. Joseph Boussingault adresse une note sur le dosage du carbone, combiné dans le fer météorique. Ce *carbone combiné* ne peut être constaté que par les procédés employés pour le doser dans les fers et les aciers : la chloruration opérée par le bichlorure de mercure.

— M. Bouchut adresse ses recherches sur l'action des bases et alcaloïdes tirés de l'opium (morphine, codéine, narcéine, thébaïne, narcotine, papaverine, méconine, acide opianique). Les expériences ont été faites sur des enfants de 3 à 13 ans.

— M. Byasson adresse une note sur le sulfhydrate de chloral (chloral sulfuré).

— M. Mégnin fait connaître ses recherches sur le développement des cestoïdes inermes.

— M. B. Renault a étudié les végétaux silicifiés d'Autun, et notamment des fragments de tiges auxquels M. Brongniart a donné le nom de *dictyoxylon*. Il les rapproche des sigillaires.

— M. Palmieri communique de nouveaux détails sur l'éruption actuelle du Vésuve. Voir les journaux illustrés.

— M. Amagat a étudié la dilatation des gaz humides. Il a reconnu que l'influence de l'humidité sur le coefficient de dilatation de l'air non desséché est beaucoup moins sensible qu'on ne l'avait cru jusqu'à présent, et d'ailleurs difficile à constater d'une manière précise.

— M. Melsens revient sur les paratonnerres à conducteurs multiples.

— M. Decharme communique de nouvelles expériences sur le mouvement ascensionnel spontané des liquides dans les tubes capillaires.

— M. Clos adresse une note relative à une partie de la feuille végétale à laquelle il donne le nom de *prélimbe*.

— M. Garrigou a étudié le principe sulfureux des eaux de Luchon.

— A quatre heures, l'Académie se forme en comité secret.

Dans ce comité, la section de mécanique, par l'organe de son doyen M. Ch. Dupin, présente la liste suivante de candidats pour la place vacante dans son sein, par suite du décès de M. Combe.

En première ligne...........................	M.	Tresca.
En deuxième ligne, par ordre alphabétique...	MM.	Boussinesq.
		Dresse.
		Haton de la Goupillière.
		Maurice Levy.
		Resal.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

Séance du 20 mai. — L'élection vient d'avoir lieu ; en voici le résultat :

Sur 54 votants, majorité 28, au premier tour de scrutin

M. Tresca obtient................................	34
M. Resal...	18
M. Boussinesq..................................	1
M. Bresse...	1

(La suite de la séance dans le prochain numéro.)

MORSE.

Dès la fin du dernier siècle, des esprits ingénieux s'étaient appliqués à résoudre le problème de la télégraphie électrique. Mais ce fut seulement après la détermination des effets de l'électricité dynamique que l'on put songer à abandonner le système de l'abbé Chappe et à y substituer le merveilleux appareil qui sillonne aujourd'hui toutes nos routes.

En 1810, l'Américain Coxe avait l'idée d'utiliser à la télégraphie la propriété décomposante du courant voltaïque; en 1811, Sœmmering proposait à l'académie de Munich un télégraphe fondé sur la décomposition de l'eau par le courant; Ampère, en 1820, voulut substituer à l'action de la décomposition de l'eau une propriété bien connue de l'aiguille aimantée; huit ans plus tard, Schweigger faisait une proposition moins applicable.

Ce n'est guère que de l'année 1832 que date décidément une application sérieuse. On fait remonter, en effet, à cette époque l'invention qui a immortalisé un peintre américain, Morse, né le 27 avril 1791, à Charlestown (Massachussets). Fils de l'auteur des premiers ouvrages publiés en Amérique, Morse sortit en 1810 de Yale-College, où il avait fait de bonnes études pour se livrer à la peinture; en 1811, il se rendit en Angleterre pour se perfectionner dans cet art et il arriva même à obtenir quelques succès dans les expositions de l'Académie royale. Revenu en Amérique, il habita successivement Boston et Charlestown, et, en 1822, il s'établit à New-York. En 1829, on le voit retourner en Europe où il passe trois années à étudier; enfin, en 1832, il retourne en Amérique.

C'est de cette année que date la célébrité de Morse.

Morse était à bord du vaisseau *le Sully*. A la suite d'une discussion qu'il eut avec un Américain éminent, Morse se mit à réfléchir à l'usage que l'on pourrait faire de l'électricité pour la transmission des nouvelles, et, après quelques jours, il concevait le plan de son télégraphe. « Rappelez-vous, disait-il au capitaine, quand mon télégraphe sera la merveille du monde, qu'il aura été découvert à bord de votre navire. »

En 1835, Morse construisait un modèle de son télégraphe et l'exposait à l'université de New-York; mais son brevet ne date que de l'année 1837. C'est vers cette époque aussi que Wheatstone, en Angleterre, et Steinheil, en Bavière, exécutaient leurs ingénieuses inventions. Cependant, en 1841, le procédé de Morse était préféré, du consentement même de Steinheil, par une réunion de commissaires des États germaniques, chargée d'adopter pour l'Allemagne un système de télégraphie uniforme. Perfectionné en 1840, ainsi que le constate un brevet, ce procédé n'était mis en œuvre par l'Amérique qu'en 1844; mais bientôt il s'étendait sur une longueur de 25,000 kilomètres. Depuis cette époque, il a commencé à rendre d'éclatants services, et, au mois de décembre 1856, l'administration des télégraphes français l'adoptait tardivement. Au mois d'août 1858, les grands gouvernements d'Europe se concertaient pour envoyer à l'inventeur un témoignage de reconnaissance.

On a souvent contesté à Morse l'invention de son appareil; il lui appartient définitivement.

Le télégraphe de Morse a été considérablement perfectionné depuis quelques années; c'est un des appareils les plus estimés, et il est certain que son usage demeurera longtemps encore parmi nous.

Au milieu de ses préoccupations, Morse n'avait pas perdu son goût pour la peinture; il laisse comme artiste de bons souvenirs dans l'esprit des amis de l'art.

Homme affable et généreux, il était resté, au milieu de la prospérité, plein de simplicité et de modestie. Il aimait beaucoup la France, et, en 1868, à l'exposition du Havre, il nous parlait avec enthousiasme du pays des grands inventeurs; il aimait particulièrement à répéter le nom d'Ampère. Mais déjà, vers cette époque, il songeait fréquemment à ce terme que le génie humain n'a jamais pu reculer quand le génie de l'éternité a prononcé solennellement : « Tu n'iras pas plus loin. »

Morse demeurera dans l'histoire des hommes qui ont contribué au développement de la civilisation, non en répandant le sang de leurs semblables, mais en luttant contre la matière et en assujettissant les éléments au service de l'humanité! A. J.

CORRESPONDANCE.

Lettre de M. Ritter.

M. Ritter, dont nous avons analysé récemment les belles recherches, nous a adressé une lettre très-bienveillante contenant quelques remarques au sujet de plusieurs des objections que nous lui avions faites dans notre article. Pour ce qui est de l'acidité de l'urine, il ne l'a attribuée à l'acide oxalique qu'à titre d'hypothèse, sans admettre expressément la présence de cet acide dans l'urine. Relativement au dosage de l'urée, M. Ritter nous fait remarquer que ses recherches étaient commencées il y a dix ans, et que, par conséquent, il ne pouvait pas employer le procédé Gréhant, inventé il y a trois ans. Parfaitement. Mais le procédé de M. Gréhant n'est qu'une modification de celui de Leconte, et nous croyons que même ce dernier est préférable au procédé Liebig suivi par M. Ritter. A propos du dosage de l'albuminose et de la cholestérémie de M. Flint, M. Ritter nous dit qu'il n'en a point parlé dans sa thèse, parce que ce sont des questions qu'il a traitées déjà dans des mémoires spéciaux. Nous lui demandons pardon d'en avoir ignoré l'existence. Touchant les travaux de M. Rabuteau, c'est par oubli que M. Ritter a omis de citer le nom de ce savant investigateur qu'il connaissait très-bien. M. Ritter nous assure enfin qu'il tient beaucoup à ne paraître point ignorer ou dédaigner la science française. Jamais nous n'avons eu l'idée de lui faire un pareil reproche. Nous avons dit seulement qu'à Strasbourg on préférait beaucoup la science allemande, et que M. Ritter, vivant dans ce milieu, en avait forcément subi l'influence. L'influence du milieu intellectuel est aussi difficile à éviter que celle du milieu cosmique, et la preuve, c'est que M. Ritter, esprit original et distingué, tout disposé qu'il était à réagir contre les tendances que nous avons signalées, n'a pas su se dégager de la confusion des doctrines allemandes. Quand donc M. Ritter nous affirme qu'il a souvent protesté contre l'engouement dont ces doctrines étaient l'objet à Strasbourg, nous prenons acte de cette déclaration qui ne nous surprend pas de sa part; mais, en même temps, nous devons confesser que sa thèse ne nous y avait guère préparé. F. P.

PUBLICATIONS NOUVELLES.

Histoire de la physique et de la chimie; par M. Ferdinand Hœfer. In-18, 1872. Hachette.

La réputation de M. Hœfer, comme historien des sciences, est faite depuis longtemps et méritée. Aussi n'a-t-il pas beaucoup de peine à se donner pour attirer l'attention des lecteurs et assurer la vente de ses livres. Le dernier paru est un exposé exact, érudit et clair des découvertes, et qu'on ne lira pas sans utilité. L'histoire des sciences est, en effet, une étude trop urgente et trop négligée pour qu'on ne salue pas avec satisfaction l'apparition de tous les livres qui peuvent contribuer à en faciliter la connaissance. Notre conviction est qu'aucune discipline d'esprit ne vaut celle que procure la méditation des inventions et des labeurs du passé, dans les sciences de la nature.

Chimie organique élémentaire; par Édouard Grimaux, professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris. — In-18, 1872. Germer-Baillière.

Le petit livre que M. Édouard Grimaux vient de publier sous ce titre n'est pas long; il a 400 pages, mais il a d'autres qualités. C'est le précis le plus limpide et le plus méthodique que nous connaissions. L'étude des corps y est entreprise au point de vue des plus récentes théories chimiques, dont M. Grimaux est un partisan convaincu et distingué; mais l'exposé des détails et des applications n'est pas sacrifié pour cela, et M. Grimaux est entré dans des développements spéciaux au sujet des corps qui existent comme principes immédiats dans

l'organisme ou qui agissent sur celui-ci à titre de médicaments ou de poisons. Son livre joint à la clarté l'ordre et l'utilité. Il a été écrit spécialement pour les étudiants en médecine; mais tous ceux qui veulent apprendre vite et sérieusement la chimie organique y pourront avoir recours. Si nous avions à faire un examen complet du livre, nous relèverions quelques petites erreurs commises par l'auteur au sujet précisément de la chimie dite biologique, mais ce sont des détails qui ne touchent pas à la valeur intrinsèque de l'ouvrage.

—

Le lendemain de la mort;
par M. Louis Figuier. — In-18, 1872. Hachette. 4e édition.

La quatrième édition du *Lendemain de la mort* vient de paraître. Ce succès ne nous étonne pas. M. Louis Figuier sait rendre attrayantes toutes les questions, même les plus difficiles et les plus abstruses. Celle qu'il traite dans ce livre est, en même temps, une des plus redoutables. Beaucoup de savants la considèrent comme insoluble et ne s'en occupent point. Les enfants terribles de la philosophie affirment que tout est fini après la mort. M. Figuier n'est d'aucune de ces opinions. Il croit à la survivance, à l'immortalité de la personne humaine, comme les métaphysiciens spiritualistes, seulement il fait ce que ne font pas ces derniers. Il en cherche des raisons scientifiques; celles qu'il trouve sont savantes et ingénieuses, mais, selon nous, peu décisives. Pour admettre ces raisons, il faut croire d'avance à ce qui est en question. Cependant, de tels arguments, rapprochés les uns des autres, ne peuvent que fortifier et convaincre les esprits qui sont dans le doute, qui hésitent et qui ne demandent pas mieux que d'être assurés d'une vie à venir. M. Figuier, dont le style grave et simple, et la pensée élevée et sincère, sont tout à la fois à la hauteur du sujet, aura rendu un service à toutes ces âmes inquiètes et indécises. Nous regrettons qu'il n'ait point connu davantage la philosophie de Leibnitz. C'était là le vrai terrain sur lequel il fallait rechercher et sur lequel on pouvait espérer trouver une solution plus rigoureuse du problème.

—

Les minéraux. Guide pratique pour leur détermination sûre et rapide au moyen de simples recherches par voie sèche et humide, par F. de Kobell, traduit par le comte de La Tour du Pin, avec préface et additions de M. Pisani. — Paris, 1872. Rothschild, éditeur, rue des Saints-Pères, n° 13.

M. Dumas a présenté l'autre jour à l'Académie des sciences, avec beaucoup d'éloges, ce petit volume aussi charmant par la forme qu'utile par le fond. La méthode d'analyse indiquée par M. de Kobell a deux qualités principales : elle est expéditive et sûre. M. Pisani, qui a enrichi l'ouvrage de notes et d'additions excellentes, s'en porte garant. Il l'a employée et fait employer dans son laboratoire, et il croit la recommander, en toute sécurité, aux essayeurs, aux ingénieurs, aux minéralogistes, etc. En suivant exactement la marche indiquée dans ce manuel, on arrive à déterminer les minéraux en *dix* ou *quinze minutes* en moyenne, tandis qu'avec les méthodes ordinaires il faut, en général, plusieurs heures. L'autorité du nom de M. Pisani est suffisante pour assurer le succès de ce petit volume en France. Rappelons qu'il a déjà eu dix éditions en Allemagne.

—

Éléments de thérapeutique et de pharmacologie;
par le docteur Rabuteau. — 1872. Lauwereyns.

Nous donnerons prochainement une analyse de cet important ouvrage. F. P.

—

Les Enfants; par M. Champfleury. — Éducation. Instruction. — Ce qu'il faut faire savoir aux Hommes, aux Femmes. — 1 volume in-18, de 351 pages. — Prix : 3 fr. 50. — Chez Rothschild, éditeur, 13, rue des Saints-Pères.

—

La Marine d'aujourd'hui; par M. le vice-amiral Jurien de la Gravière, membre de l'Institut. — 1 volume in-18, de 316 pages. — Prix : 3 fr. 50. — Chez Hachette et Comp., boulevard Saint-Germain, 79, Paris.

21513 PARIS. — Typographie de RENOU et MAULDE, rue de Rivoli, 144.

LIBERTÉ. — ÉGALITÉ. — FRATERNITÉ.

LE MONITEUR SCIENTIFIQUE-QUESNEVILLE.

JOURNAL DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES.

Avec un Bulletin médical et de pharmacie.

LA SANTÉ ET L'HYGIÈNE.

JOURNAL MENSUEL.

ABONNEMENTS : **20** fr. par an FRANCO pour la France, **25** fr. pour l'étranger et **30** fr. pour pays d'outre-mer. — Chaque livraison : **2** francs.

On s'abonne chez M. le docteur QUESNEVILLE, rue de Buci, 12, à Paris.

366e Livraison. JUIN. Année 1872.

SOMMAIRE.

Pages

Nouvelles considérations pratiques sur le typhus, la fièvre jaune, les fièvres intermittentes pernicieuses paludéennes, et la verrue péruvienne ; par M. C. Tasset, D. M. P., à Lima 451

Rapport sur l'huile minérale ou pétrole du comté de Venango (Pensylvanie), considérée au point de vue de son emploi pour l'éclairage ; par M. B. Silliman 469

De l'aconitine cristallisée ; par M. Duquesnel 477

Les Poisons indiens. — Conférence faite à la Société pharmaceutique de Glasgow ; par M. P.-A. Simpson 482

Des fermentations. — Examen des dernières discussions entre MM. Liebig, Pasteur et Fremy ; par M. Ch. Blondeau 491

Académie des sciences 509

SÉANCE DU 20 MAI. — Mémoire sur les théories des quatre planètes supérieures : Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune ; par M. Le Verrier. — Étude minéralogique de la serpentine grise ; par M. Stanislas Meunier. — Sur les colorations bleues chez les poissons ; par M. G. Pouchet. — De l'influence de la congélation sur le poids des tissus végétaux ; par M. Ed. Prillieux ; etc 509

SÉANCE DU 27 MAI. — M. Tresca prend place au fauteuil de M. Combes. — Du fer contenu dans le sang et dans les aliments ; par M. Boussingault. M. Bouillaud se félicite de ce travail et en fait l'application à l'homme malade. — M. Wurtz annonce la découverte d'un nouveau corps, l'aldéhyde-alcool. — Sur la dernière éruption du Vésuve ; par M. Verneuil. — M. de Vibraye lit une note sur l'apparition en France de plantes fourragères exotiques. — Élection de M. Gaudry, comme professeur de paléontologie, au Muséum. — Les causeries scientifiques de M. de Parville. — Reproduction des dessins ; par M. Renault. — Toujours M. Burq et sa chaudronnerie. — Sur la poudre de blanchiment ; par M. C. Calvert. — Le phosphure de fer de M. Sidot. Ce brave M. Boblique a préparé le même composé il y a longtemps 512

SÉANCE DU 3 JUIN. — M. de Quatrefages rend compte de la réception qu'on a faite aux délégués de l'Académie, lors de la fête du centième anniversaire de l'Académie de Belgique. — Sur les régulateurs isochrones, dérivés du système de Watt ; par M. Yvon Villarceau. — Sur la distribution des eaux du Rhône, à Nîmes ; par M. A. Du-

Pages
mont. — Sur les bruits et les sons expressifs que font entendre les poissons; par M. Dufossé; etc. 516
Séance du 10 Juin. — Mort du maréchal Vaillant. — Les plantes fourragères exotiques. — Sur un nouveau procédé pour préparer l'acide trichloro-acétique; par M. de Clermont. — La strychnine, d'après M. Oré, n'est pas l'antidote du chloral. — Les livres du coquet Rothschild et le grand ouvrage de M. Gustave Lebon. — Comité secret et présentation de candidats pour la nomination d'un membre dans la section de médecine 519
Note pour servir à l'histoire de la découverte du chloroforme; par M. Justus Liebig 520
Du caoutchouc et de la gutta-percha; par M. T.-M. Blossom (Suite et fin). 521
Note sur l'analyse des savons; par M. F. Jean 524

PUBLICATIONS NOUVELLES.

Librairie de J. Rothschild, éditeur,

13, RUE DES SAINTS-PÈRES, A PARIS.

Causeries scientifiques. — Découvertes et inventions, progrès de la science et de l'industrie; par M. Henri de Parville. — 2 vol. grand in-18, ornés d'un grand nombre de vignettes et formant les années 1870 et 1871, et les dixième et onzième années de la collection, à 3 fr. 50 chaque année et chaque volume.

La vie. — Physiologie humaine appliquée à l'hygiène et à la médecine; par M. le docteur Gustave Lebon. — Ouvrage illustré de 300 gravures sur bois, publié en 50 livraisons à 25 centimes, ou en 12 séries à 1 franc; 18 livraisons ont paru. — Cet ouvrage, conçu sur un plan nouveau, pouvant servir aux études médicales et être lu avec fruit par les gens du monde, paraît appelé à un grand succès.

L'aquarium d'eau douce et d'eau de mer. — Choix. — Formes. — Préparations. — Population. — Salubrité. — Approvisionnement. — Plantes. — Poissons. — Reptiles. — Mollusques. — Crustacés. — Insectes. — Infusoires. — 1 vol. grand in-32, de 344 pages, orné de 220 vignettes. Prix : 3 fr. 50; par M. Jules Pizzeta.

Les plantes médicinales et usuelles de nos champs, jardins et forêts. — Description et usages des plantes comestibles, suspectes, vénéneuses, employées dans la médecine, l'industrie et dans l'économie domestique; par M. H. Rodin. — 1 vol. grand in-32, de 427 pages, orné de 117 gravures. — Prix : 3 fr. 50.

La culture économique par l'emploi raisonné des instruments, machines, outils, appareils et ustensiles usités dans la petite et la grande culture; par M. Ed. Vianne. — 1 vol. grand in-32, de 336 pages, illustré de 204 gravures sur bois. — Prix : 2 fr. 50 (deuxième édition).

L'art des jardins. — Histoire. — Théorie. — Pratique de la création des parcs et des jardins; par M. le baron Ernouf. — 2 vol. grand in-32, ornés de 150 gravures. — Prix : 5 fr. (deuxième édition).

Le monde microscopique des eaux; par M. Jules Girard. — Ouvrage orné de 68 vignettes. — 1 vol. grand in-18, de 246 pages, cartonné avec luxe. — Prix : 2 fr. 50.

Détermination pratique des minéraux, à l'usage des chimistes, ingénieurs, industriels, etc.; par M. F. de Kobell, avec des additions de M. F. Pisani. — 1 vol. grand in-18, de 156 pages, cartonné avec luxe. — Prix : 2 fr. 50.

Librairie de Gauthier-Villars, éditeur,

QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, N° 55, PARIS.

Sur la force de la poudre et des matières explosives; par M. Berthelot, professeur au Collége de France. — 1 vol. grand in-18, de 192 pages. — Prix : 3 fr. 50.

Éléments de thermodynamique; par M. J. Moutier, ancien élève de l'École polytechnique. — 1 vol. grand in-18, de 164 pages. — Prix : 2 fr. 50.

NOUVELLES CONSIDÉRATIONS PRATIQUES

SUR

LE TYPHUS, LA FIÈVRE JAUNE, LES FIÈVRES INTERMITTENTES PERNICIEUSES PALUDÉENNES, ET LA VERRUE PÉRUVIENNE.

Par M. C. TASSET, D. M. P., à Lima (Pérou).

Les côtes et les marais maritimes du Pérou sont complétement étrangers à la production de la fièvre jaune, qui est due à l'émigration. Ils ne produisent pas davantage des fièvres intermittentes pernicieuses paludéennes, car, en vertu de l'incompatibilité des fléaux, ils éloigneraient la fièvre jaune et le typhus. Ces fièvres paludéennes appartiennent exclusivement aux marais d'eau douce, qui abondent surtout dans les vallées profondes en même temps que chaudes et humides de la Sierra. Si donc les côtes et les marais maritimes du Pérou sont le séjour privilégié de la fièvre jaune, tandis que les fièvres intermittentes pernicieuses paludéennes sont reléguées à leurs marais, la conséquence de ces conditions indispensables, c'est que ces côtes et marais maritimes ne produisent en définitive que des fièvres intermittentes simples, dont le concours est indispensable pour la conversion du typhus en *fièvre intermittente typhoïde* ou fièvre jaune; car en dehors de leur influence, le typhus proprement dit redevient libre et ambulant, étant dès lors directement contagieux, et susceptible d'affecter une infinité de formes, selon les climats, les saisons et les températures. C'est de lui que dérivent la peste d'Orient, la fièvre pétéchiale, la suette, la fièvre jaune, les fièvres typhoïdes, et même les fièvres éruptives, surtout la variole. La fièvre jaune n'émigre donc pas d'elle-même, sinon à la faveur de son agent toxique le typhus. Mais le typhus ne peut régner là où sévit cette fièvre.

Les fièvres intermittentes pernicieuses paludéennes résultent également de l'alliance de l'élément intermittent atmosphérique avec le principe miasmatique toxique des marais. Mais ce principe n'étant point contagieux, elles sont forcément reléguées à leurs foyers marécageux, excluent entièrement de leurs parages la fièvre jaune et le typhus, et ne subissent d'autre métamorphose que celle de fièvres larvées.

L'atmosphère étant le siége de l'élément intermittent, c'est elle, par conséquent, qui devient *directement et uniquement infectieuse* pour les localités où résident ces principes miasmatiques toxiques, et prend l'initiative en suscitant pour eux, ou d'accord avec eux, ces deux fièvres intermittentes pernicieuses rivales, ayant à peu près même physionomie et même allure; car si la fièvre jaune s'assimile aux fièvres pernicieuses paludéennes, de leur côté celles-ci revêtent un certain caractère de typhus capable d'en imposer parfois, si leur incompatibilité ne venait trancher la question. Ainsi, outre que ces fièvres ne peuvent naître ni coexister dans la même localité, la fièvre jaune est susceptible de se propager au loin à la faveur de son principe toxique, tandis que la fièvre intermittente pernicieuse paludéenne n'abandonne point ses foyers, ne s'associe en aucune manière à la fièvre intermittente typhoïde, la fièvre jaune, et ne subit point de transformations, si ce n'est celle de fièvres larvées. Il ne peut donc y avoir ni fusion entre ces deux fléaux, ni confusion quant au traitement, qui heureusement est celui de toutes les fièvres intermittentes, du moins au Pérou.

La propriété contagieuse du typhus tient uniquement à sa nature particulière, qui provient de la décomposition putride de matières animales où domine l'azote. Mais cette circonstance n'empêche pas son principe miasmatique toxique de se comporter à peu près comme celui des marais.

Il est probable que les grands fleuves de l'intérieur agiraient comme les côtes et les marais maritimes à l'égard du typhus, et qu'ils fomenteraient tout aussi bien et peut-être mieux qu'eux cette fièvre intermittente typhoïde, en raison de la température plus élevée de l'intérieur du Pérou; car la fièvre jaune ne s'est manifestée jusqu'à présent sur la côte que par périodes d'environ quatorze années, exigeant avant tout une température élevée, une humi-

dité constante et abondante, et surtout l'intervention de l'élément intermittent. La présence des sels marins n'influe en rien sur la fièvre jaune. Les fièvres intermittentes pernicieuses paludéennes seraient le seul obstacle à leur développement, en cas d'existence de marais d'eau douce, où la décomposition putride des matières végétales s'opérât sur une grande échelle; autrement les fleuves de l'intérieur ne produisent que des fièvres intermittentes simples.

Ce sont ces deux principes miasmatiques toxiques qui donnent également lieu aux fièvres dites pernicieuses.

Pendant le cours des épidémies de fièvre jaune, on a pu acquérir une bien triste mais utile expérience; d'autant plus que confiant en cette idée généralement admise, que le fléau réputé d'origine paludéenne n'atteint point certaines latitudes, certaines élévations au-dessus du niveau de la mer, et n'attaque les individus qu'une seule fois sous le même climat, on devait naturellement s'attendre à ce qu'il se bornerait à sévir sur la côte, dont les immenses déserts à mirage, les hautes murailles formées par les Cordillières, cette région des neiges perpétuelles, seraient suffisants pour en défendre l'accès dans la Sierra. Vain espoir! L'impitoyable fléau a pu surmonter tous ces obstacles, mais à la condition de changer de forme. On a en outre acquis la certitude qu'il peut affliger plusieurs fois les mêmes individus. Enfin, il est clairement démontré qu'il est complétement étranger aux marais maritimes et aux côtes du Pérou quant à sa production. De manière qu'il faut de toute nécessité l'attribuer à l'importation, qui coïncide exactement au Pérou avec l'établissement des bateaux à vapeur dans le Pacifique, et dans les autres sections d'Amérique avec l'introduction des nègres d'Afrique à une époque fort éloignée. Telle est du moins l'opinion de personnes notables du pays, particulièrement du doyen de l'École de médecine de Lima, M. Manuel de Los Rios. Dans un mémoire que publia en 1821 son prédécesseur, M. José Valdez, celui ci ne fait mention que de fièvres typhoïdes graves, et point de la fièvre jaune. Enfin, l'érudit M. Francisco-Xavier Mariategui, président de la Cour suprême de Lima, dans ses *Annotations à l'Histoire du Pérou Indépendant*, publiées en 1869, réfute en ces termes l'assertion de M. Mariano Paz-Soldan au sujet d'une prétendue épidémie de fièvre jaune, qui se serait déclarée pendant la guerre de l'Indépendance : « Il est faux qu'il se manifeste à Lima et dans ses environs une épidémie « meurtrière de la nature de la fièvre jaune; que le climat de Lima et de ses alentours soit « malsain. On ne se souvient pas que ce fléau soit jamais venu visiter ces lieux avant 1853. « Il est également faux que la maladie qui affligea l'armée de San-Martin fût la fièvre jaune, « et qu'il y eût épidémie à cette époque. Nous affirmons au contraire que la maladie alors « provient uniquement de l'abus des fruits et du jus mal fermenté de la canne à sucre. « Nous en appelons au témoignage de l'École de médecine, et à l'examen des livres des hô« pitaux de l'époque. Nous ne nous fions pas du reste à notre mémoire, et nous contentons « de raconter ce que dirent dans le temps à ce sujet MM. les docteurs Unanue, Tafur, Peze et « Falcon. *A notre avis, M. Mariano Paze-Soldan est seul de son opinion.* »

En raison de son isolement, de conditions spéciales de territoire et de climat, l'immense littoral du Pérou baigné par l'Océan Pacifique n'offre point de causes capables de donner lieu spontanément au principe toxique de la fièvre jaune. Ses côtes arides comme les déserts d'Afrique, et à mirage, en majeure partie stériles, sauf quelques points agricoles, qui sont comme les oasis de ces déserts, grâce aux orages de la Sierra qui les favorisent du produit de leurs eaux; des brises se dirigeant du sud au nord, dans la direction des côtes, sauf celles de terre qui ont lieu la nuit, et celles de mer pendant le jour, en raison des variations de température des sables de la côte, qui s'échauffent et se refroidissent facilement, à cause de leur peu de conductibilité pour le calorique; et cependant une température modérée, ne variant entre l hiver et l'été que de 15 à 30 degrés centigrades; mais, en revanche, une humidité abondante et constante, due à l'évaporation des eaux de la mer, qui tempère les chaleurs de cette zone tropicale, au point de devenir froide et pénétrante pendant les nuits, et surtout en hiver, outre qu'elle exerce une action très-destructive sur les métaux oxydables ainsi que sur les vêtements; une atmosphère le plus souvent nébuleuse, cachant le disque du soleil plus de la moitié de l'année, sujette à de fréquentes variations, quoique sans action bien sensible sur le baromètre dont les oscillations varient à peine de 6 à 7 mil-

limètres entre les 73 à 74 degrés de pression atmosphérique; enfin un climat énervant, conséquence de cette monotonie de l'atmosphère. Telles sont enfin les circonstances générales qu'offrent les côtes du Pérou; et l'on peut voir qu'elles ne sont pas trop défavorables, sauf pourtant celles de l'humidité constante et de la fréquence des variations atmosphériques, qui sont la cause principale des fièvres intermittentes qui sont endémiques sur tout le littoral péruvien. Nous verrons même le rôle important que jouent ces fièvres (élément intermittent), par rapport au principe toxique du typhus, sans le concours des marais salins, pas plus que ceux de l'intérieur, les premiers remplissant particulièrement l'office de vastes laboratoires de sels marins, incompatibles avec la décomposition putride de matières organiques d'ailleurs peu importantes sur ces côtes, tandis que les seconds ne produisent que des fièvres intermittentes pernicieuses paludéennes tout aussi funestes, mais complétement incompatibles avec la fièvre jaune ainsi qu'avec son principe toxique, le typhus. Ce serait donc l'élément intermittent faisant partie de l'atmosphère, qui déterminerait la fièvre jaune en s'alliant au principe, ou germe typhoïde, qui a été importé depuis peu d'années au Pérou. En effet, avant l'année 1853, il n'existait dans ce pays que des fièvres intermittentes ordinaires, endémiques sur la côte, attendu que les fièvres pernicieuses paludéennes étaient reléguées à l'intérieur des terres, n'abandonnant pas les marais. Malheureusement cet état de choses vint à changer lors de l'installation des bateaux à vapeur dans le Pacifique; et peu de temps après survint la fièvre jaune qui était antérieurement inconnue dans le pays, quoique de longue date elle existât à Panama et à Guayaquil, qui sont voisins des frontières de la république péruvienne. C'est qu'avant cette époque, les communications, assez rares entre ces pays, étaient suspendues pendant le cours des épidémies. Mais du moment où la nécessité de voyages rapides, tels que ceux des bateaux à vapeur, rendirent plus difficiles les mesures sanitaires, les populations du littoral d'abord, et ensuite celles de la Sierra, ne tardèrent pas à en ressentir des atteintes funestes, et à payer par trop cher cette innovation. C'est donc à ce système de navigation, ou plutôt aux émigrants, qu'il faut attribuer l'introduction du principe toxique de la fièvre jaune, qu'ils propagent d'une manière incontestablement plus positive que l'atmosphère, puisqu'avant 1853 le fléau était resté stationnaire en dehors des limites du Pérou, et n'avait pu remonter seul les faibles courants atmosphériques, ni aborder un point quelconque du Pérou, malgré sa contiguïté à l'Équateur. D'où il résulte que l'atmosphère se prêterait beaucoup moins à la transmission du principe typhoïde que les émigrants, cette transmission s'opérant par contagion directe d'individu à individu; tandis qu'étant allié à l'élément intermittent de l'atmosphère, c'est cette même atmosphère qui devient infectieuse pour les localités envahies par ce principe, ainsi qu'il arrive avec les fièvres intermittentes pernicieuses paludéennes. En effet, malgré le voisinage du Pérou avec l'Équateur, où depuis longtemps règne la fièvre jaune, l'atmosphère seule n'avait pu y transmettre ce germe. S'il en était autrement, les lazarets ainsi que toutes les mesures sanitaires seraient complétement inutiles. La faible conductibilité de l'atmosphère pour ce principe toxique typhoïde, et surtout le paludéen, est telle, qu'elle permet parfois de s'en préserver au moyen de simples mesures d'isolement, et même de le contenir dans ses limites; car la fièvre jaune et les fièvres intermittentes pernicieuses paludéennes ne planent que sur les localités envahies par les principes toxiques de ces fléaux, circonstance qui établit déjà une certaine analogie entre elles, et explique comment les courants atmosphériques seuls ne suffisent pas pour les propager, du moment que le typhus n'émigre qu'en vertu de sa propriété contagieuse qui le rend par conséquent ambulant, tandis que le principe toxique paludéen n'étant point contagieux, est sédentaire comme la fièvre intermittente ordinaire qui dépend aussi de causes locales. Néanmoins, une fois ces principes toxiques constitués dans une localité, l'atmosphère de cette localité s'en sature à la faveur de son humidité constante et abondante, qui est la source des fièvres intermittentes, si fréquentes sous les tropiques, où règne une chaleur constante; et ainsi devenue infectieuse, elle devient pour elle la source des fièvres paludéennes ainsi que de la fièvre jaune. Seulement, là où ne règnent pas ces fièvres intermittentes, c'est le typhus qui paraît.

Le développement de ce fléau est entouré de bien des mystères, et se prête d'autant moins à l'investigation, qu'avant d'éclater, il est obligé de passer par une période d'incubation et

une série de métamorphoses, dont la durée doit nécessairement varier, pouvant être activée, ralentie, ou même entravée par des circonstances d'ailleurs fort variables de localités, de températures, et surtout par les latitudes, les degrés d'élévation au-dessus du niveau de la mer, les climats, les saisons, toutes circonstances d'autant plus importantes qu'elles influent directement sur sa forme. Ainsi, si les localités réunissent les conditions indispensables de latitude, de climat, de température en même temps que de fièvres intermittentes simples, il affectera la forme de la fièvre jaune. Mais si ces conditions varient, surtout quant à l'éloignement des tropiques, à l'élévation au-dessus du niveau de la mer, et surtout à l'absence des fièvres intermittentes, le climat venant aussi à varier, alors au lieu de la fièvre jaune pourront apparaître le typhus, la peste d'Orient, la fièvre pétéchiale, le choléra, les fièvres typhoïdes graves qui appartiennent à la catégorie typhoïde, ainsi qu'on a pu le constater au Pérou. Et *vice versa,* ce principe toxique procédant de pays éloignés des tropiques, pourra revêtir successivement toutes ces formes, jusqu'à celle de la fièvre jaune, à mesure qu'il se rapprochera des tropiques. C'est tout simplement l'affaire de l'émigration. Une fois introduit dans une localité, ce principe s'y installe d'une manière permanente, et ne tarde pas à manifester sa présence par des symptômes insolites fort suspects, qui compliquent souvent les maladies ordinaires, puis par des épidémies graves; après quoi il s'arrête comme s'il s'était épuisé à force d'excès. Mais ce n'est qu'une trêve dont il profite pour reprendre une nouvelle vigueur, et livrer d'autres assauts. Et la preuve, c'est que la fièvre jaune qui est uniquement due à l'importation au Pérou, ne laisse pas pour cela d'y revenir par périodes, quoique les conditions antérieures n'aient pas varié, du moins quant à celles des marais maritimes. D'ailleurs, d'où proviennent donc ces funestes épidémies de typhus, de choléra, et même de variole, qui reviennent par périodes affliger tant de pays, si ce n'est de la persistance de ce fatal germe toxique antérieurement introduit sous une forme quelconque dans ces pays? N'est-il pas plus naturel d'attribuer leur retour à des conditions particulières de l'état sanitaire, ou de l'atmosphère, capables de lui donner une nouvelle impulsion, quoique la sienne lui suffise pour cela?

Les métamorphoses qu'a subies la fièvre jaune au Pérou, avant et après son apparition, prouvent que, dans ce pays du moins, cette affection est bien une fièvre intermittente à la manière des fièvres intermittentes pernicieuses des marais, quoique différant essentiellement d'elles par la nature de son principe toxique, qui est dû à la décomposition putride des substances animales, tandis que celui des fièvres intermittentes pernicieuses paludéennes provient de celle des substances végétales des marais. Il n'en résulte pas moins deux *entités morbides* tout aussi redoutables l'une que l'autre, ayant beaucoup d'analogie, mais tellement incompatibles, qu'elles ne peuvent coexister dans la même localité. D'où la nécessité, pour la formation de la fièvre jaune, d'un élément intermittent dégagé de tout principe toxique hétérogène. Or, à quelle source plus favorable le principe typhoïde pourrait-il le puiser, si ce n'est à l'atmosphère même qui l'enveloppe, si abondante en élément intermittent sous les tropiques, où les côtes, et surtout les marais maritimes, sont le séjour privilégié des fièvres intermittentes, et naturellement aussi de la fièvre jaune, qui ne pourrait y régner si les fièvres pernicieuses paludéennes y faisaient leur résidence?

La fièvre jaune diffère donc du *typhus d'Amérique*, par la présence de l'élément intermittent, qui assujettit de telle manière ce principe, qu'il n'agisse plus en quelque sorte que sous ses ordres. Pourtant, à part le mode de contagion, la fièvre jaune et le typhus ne font qu'une seule et même chose, leurs résultats étant à peu près identiques, pouvant se transformer réciproquement l'un en l'autre, et étant également incompatibles avec les fièvres intermittentes pernicieuses paludéennes, toutes circonstances qui confirment cette identité. C'est naturellement le principe miasmatique typhoïde qui joue le rôle principal; mais cependant l'élément intermittent ne laisse pas de lui prêter un bien funeste appui, du moment que rendant l'atmosphère complice du typhus, les rôles changent de manière que c'est l'atmosphère qui devient contagieuse à la place du typhus. En tout cas, leurs effets sont tout aussi funestes. Leur ressemblance est même telle, qu'on pourrait les confondre, si l'on s'en tenait à la teinte ictérique des malades, qui est peut-être à l'avantage du typhus. De sorte que la dénomination de *typhus ictéroïde* conviendrait tout autant, et peut-être mieux à ce

dernier, du moment que la fièvre jaune vient à être une fièvre intermittente. D'ailleurs, la teinte ictérique n'appartient pas exclusivement au typhus; les fièvres intermittentes pernicieuses paludéennes l'offrent au même degré, sans compter que les fièvres intermittentes et l'hépatite l'offrent également. Mais la fièvre intermittente typhoïde, ou fièvre jaune, dépend de conditions spéciales de latitudes, de climats, et surtout du concours de l'élément intermittent, autrement son principe typhoïde (typhus) s'isole de cet élément qui est sédentaire, pour régner seul, et même se propager en vertu de sa propriété contagieuse, sauf à subir une infinité de formes selon les climats et les saisons. Pourtant, alors même qu'il est allié à l'élément intermittent, ce principe ne perd rien pour cela de son action délétère, témoin l'énergie déplorable qu'acquiert l'élément intermittent converti en fièvre jaune, qui possède alors les propriétés du typhus; car c'est le typhus lui-même, plus l'élément intermittent. Mais cette alliance dépendant de conditions spéciales n'est par conséquent que conditionnelle, et doit souffrir d'influences capables d'altérer la forme de la fièvre jaune, selon que le typhus tend à dominer l'élément intermittent, ce qui doit nécessairement faire varier son traitement. Sur la côte du Pérou, la fièvre est positivement, dans le principe, une fièvre intermittente typhoïde à la manière des fièvres intermittentes pernicieuses paludéennes, traitable absolument comme ces fièvres; mais elle tend à passer promptement à un état qui se confond en quelque sorte avec le typhus, et à nécessiter un traitement approprié à ce dernier. Il paraît même que, dans d'autres pays, cette fièvre est susceptible de varier d'une épidémie à une autre, de façon qu'on est obligé de faire des essais préalables quant au traitement. Quoi qu'il en soit, le typhus est incontestablement plus dangereux que la fièvre jaune, par la raison que ses effets sont plus rapides, qu'il est directement contagieux, et que l'élément intermittent n'est plus là pour seconder le traitement. Il a littéralement ravagé des populations entières de la Sierra, entre autres, celle de Comas située dans le département de Junin, qui en 1855 se composait en majeure partie de riches mineurs et agriculteurs. Il y sévit alors d'une manière tellement déplorable, que les habitants survivants se virent obligés de chercher leur salut par la fuite, abandonnant leurs innombrables troupeaux et leurs habitations. Ces tristes renseignements m'ont été fournis par des personnes recommandables de l'endroit, principalement par M. Demetrio Olavegoya, l'une des notabilités du pays; M. le docteur français Louis Journé, qui jouit d'une immense réputation à la Concepcion de Jauja dans la Sierra, et M. le docteur italien Raymondi, professeur distingué d'histoire naturelle à l'École de médecine de Lima. Selon M. Olavegoya et autres personnes de Comas, le typhus est éminemment contagieux à sa dernière période, et le contact des morts, ou seulement de leurs vêtements, suffit pour causer la mort en une heure, comme il arrive avec certains gaz méphitiques. Sans doute il faut tenir compte, dans ce cas, de la prédisposition des individus avant le contact, et que le fléau est souvent foudroyant. Aussi la terreur était devenue tellement grande et générale parmi les habitants restants, qu'ils abandonnaient impitoyablement non-seulement les cadavres, mais même les malades.

Quoique n'ayant qu'un accès unique, la fièvre jaune n'en est pas moins une fièvre intermittente. Si les autres ne reviennent plus, c'est qu'après les stades de froid et de fièvre, celui des sueurs se prolonge indéfiniment, sans opérer pourtant une crise favorable, bien au contraire, du moment qu'elles donnent plus de prise à l'intoxication, en affaiblissant inutilement le malade. Cette circonstance tient évidemment à l'énergie et à l'activité particulière que possède en été l'agent typhoïde; car, contre l'opinion généralement admise que la fièvre jaune ne sévit qu'en été, c'est pourtant en hiver que cet agent revêt parfois la forme bien caractérisée de fièvre intermittente, surtout celle au type tierce, absolument de la même manière que les fièvres intermittentes pernicieuses paludéennes. Un calme trompeur succède aux deux premiers accès, mais au troisième accès, qui est funeste, surviennent les déjections brunes mélaniques qui diffèrent en cette variété de la fièvre intermittente pernicieuse paludéenne, qui est caractisée par des vomissements jaunes. Puis surviennent également des symptômes comateux, ou nerveux, fort redoutables, surtout les premiers. C'est ici que les deux fléaux semblent se confondre, et constituer en quelque sorte deux typhus équivalents quoique ayant une nature et une origine différentes, bien que la fièvre jaune se soit mise à l'unisson des fièvres intermittentes pernicieuses paludéennes, par la

raison que son principe toxique n'a plus la même énergie qu'en été, ses effets n'étant pas moins funestes pour cela. Des médecins de Lima qui ont pu observer ces fièvres paludéennes dans les vallées profondes et humides où l'on construit le chemin de fer de la Oroya, ont été frappés de leur ressemblance avec la fièvre jaune. Elles n'existent qu'à douze ou quinze lieues de Lima, et pourtant elles ne peuvent franchir cette faible distance; *vice versa,* la fièvre jaune ne peut pénétrer dans le territoire de ces fièvres. Il ne peut donc y avoir fusion entre ces fléaux, ni confusion quant au diagnostic; mais il importe du moins de constater cette ressemblance. Qu'on qualifie cette fièvre intermittente typhoïde au type tierce, comme on voudra, parce qu'elle vient en dehors de sa saison, ce n'en est pas moins une variété de fièvre jaune qui se comporte ici comme les fièvres pernicieuses paludéennes. En effet, elle vient immédiatement après l'épidémie de fièvre jaune, et attaque de préférence les individus qui ont eu plusieurs rechutes du fléau, comme si elle en était la continuation. Bien entendu qu'on ne peut la confondre avec les fièvres pernicieuses paludéennes, du moment que ces dernières ne règnent point à Lima. Qu'y a-t-il d'étonnant, d'ailleurs, que cet agent toxique, qui n'est après tout qu'un miasme comme celui des marais, se comporte de la même manière que lui vis-à-vis de l'élément intermittent, et donne lieu à une autre fièvre intermittente ayant la physionomie et même l'allure des fièvres intermittentes pernicieuses paludéennes, malgré son essence typhoïde? Leurs symptômes, leurs altérations pathologiques témoignent également d'une action assez semblable. N'avons-nous pas vu du reste cet agent typhoïde se plier à toutes les circonstances, et, véritable Protée, revêtir les formes les plus variées selon les circonstances, tandis que les fièvres paludéennes ont leurs marais pour limites, et restent toujours fièvres paludéennes, si même elles ne se dissipent en dehors de ces limites, leur principe manquant de cette propriété contagieuse des typhus, qui par cela même sont ambulants, et s'accommodent de toutes les latitudes, de tous les climats et de toutes les températures? Il est vrai qu'une différence dans la nature d'un principe toxique est bien suffisante pour lui imprimer un tout autre caractère. Ce fait a même été mis en évidence au Pérou, dont la configuration géographique particulière, la diversité de climats et de températures, ont permis de prendre sur le fait les changements qui se sont opérés dans ce fléau. Au moment de franchir les Cordillières dont le climat est fort distinct de celui de la côte, la fièvre jaune se scinda positivement; son élément intermittent vint à faillir à cette limite des fièvres intermittentes, et laissa cheminer seul le typhus vers la Sierra, où il sévit avec une énergie déplorable, jusqu'à prendre la forme de la peste d'Orient caractérisée par ses anthrax (M. le docteur Louis Journé); et cela arriva en pays froids, tempérés ou même plus chauds que la côte; car sur le versant des Cordillières, à Huamico, où la température est plus élevée qu'à Lima, ce fut encore le typhus qui régna, et non la fièvre jaune. La raison de ce fait important, c'est que ces localités se trouvent en dehors des limites des fièvres intermittentes, qui sont l'essence de la fièvre jaune. Or, en leur absence, il était naturel que ce fût le typhus qui régnât, libre à lui de regagner la côte pour redevenir fièvre jaune. Or, du moment que l'élément intermittent est indispensable à la fièvre jaune, n'est-il pas naturel de réclamer pour elle le titre de *fièvre intermittente typhoïde*, et pour son complice le typhus, celui de *typhus ictéroïde* proprement dit?

Comme conséquence de l'incompatibilité des fléaux entre eux, les fièvres intermittentes pernicieuses paludéennes ont le privilége de préserver leur territoire de la fièvre jaune et du typhus qui en est le principe toxique. Il existe dans la Sierra des vallées profondes, chaudes et humides, telles que celle de Pallasca (département d'Ancash), qui sont entourées de hauteurs infestées par le typhus, et qui n'ont jamais été visitées par lui ni par la fièvre jaune. A tort on a supposé que les courants atmosphériques qui règnent au-dessus de ces vallées en éloignent ces fléaux. Mais outre que ces courants ne sont pas constants, les habitants de ces localités, n'interrompant point leurs relations, ne laisseraient pas d'y introduire le typhus, ce qui n'arrive pas cependant. Ce n'est donc plus ici une affaire de climat; c'est uniquement que ces fièvres ne souffrent pas de rivalité. Ce fait se vérifie même sur la côte. Au nord de Lima existent deux villes peu distantes l'une de l'autre, Chiclayo et Lambayeque. L'emplacement et les environs de Chiclayo sont secs et sains, sauf que les fièvres intermittentes simples y règnent comme sur toute la côte. Lambayeque, au contraire, est entouré de

terrains marécageux destinés à la culture du riz, exhalant constamment des miasmes marécageux sensibles même à l'odorat, et tellement insalubres, que les fièvres pernicieuses paludéennes y sont endémiques, épargnant toutefois la race nègre, comme le fait la fièvre jaune. Pourtant, malgré cette condition relativement plus favorable de salubrité, qui semblerait devoir favoriser Chiclayo, il y mourut une personne sur dix de la fièvre jaune, tandis que Lambayeque n'en eut pas un seul cas. En faut-il davantage pour mettre en évidence cette incompatibilité des fléaux, qui va même jusqu'à suspendre le cours des autres maladies?

L'idée d'attribuer la fièvre jaune aux marais maritimes n'est donc pas fondée, toute spécieuse qu'elle paraisse. Ainsi que les marais d'eau douce, ils abondent avant tout en substances végétales, dont la décomposition putride engendrerait de préférence des fièvres intermittentes paludéennes pernicieuses, si les sels marins dont leurs eaux sont saturées ne prévenaient cette décomposition, autrement la fièvre jaune et le typhus en seraient complétement exclus, ainsi qu'il arrive à Lambayeque et à Pallasca. Si donc ces marais sont particulièrement favorables à la fièvre jaune, c'est précisément parce qu'ils sont plus favorables aux fièvres intermittentes simples que les côtes, en raison de ce que la profondeur de leurs eaux est moindre comparativement à celle des côtes, et subissent une évaporation plus abondante et plus immédiate, la surface de leurs eaux se trouvant exposée à une température relatfvement plus élevée, ainsi qu'il arrive à la Vera-Cruz, à la Havane, où la fièvre jaune est presque en permanence. D'où il résulte que c'est à l'alliance de l'élément intermittent atmosphérique qui plane sur la localité, avec l'agent ou miasme typhoïde qui y réside, qu'est due cette fièvre intermittente typhoïde, rivale de la fièvre intermittente pernicieuse paludéenne, qui se forme sous les mêmes auspices, et se comporte de la même manière, puisqu'il suffit de séjourner dans leurs parages pour subir l'influence de l'une ou de l'autre.

L'alliance entre l'élément intermittent et les agents ou miasmes toxiques, est tout aussi naturelle que celle qu'il contracte même avant les germes des maladies ordinaires. C'est même une circonstance qui a son bon côté puisqu'elle opère dans ces affections une conversion d'autant plus favorable qu'il suffit dès lors d'attaquer de front l'élément intermittent, pour en faire justice en même temps que de la maladie principale. Et ce n'est pas un faible avantage de voir des maladies graves entrer dans le domaine des fièvres intermittentes, fussent-elles même pernicieuses. C'est dans ce cas surtout qu'il convient d'attaquer la maladie avec vigueur. Un jour de retard suffit souvent pour compromettre l'existence du malade, attendu que l'agent toxique tend promptement à dominer l'élément intermittent. Le lendemain, les chances de succès ne sont déjà plus les mêmes.

Le début de la fièvre jaune est identique à celui des fièvres pernicieuses paludéennes : froid intense accompagné de vives douleurs aux reins, à la tête, aux membres, et d'un malaise général, après quoi ne tardent pas à survenir des sueurs copieuses et interminables, dues à la présence de l'agent toxique, et qui ne permettent plus le retour d'autres accès, sans aucun bénéfice pour le malade, car l'épuisant inutilement, elles favorisent l'intoxication. De sorte que si l'on n'intervient dès le commencement, on ne tarde pas à voir survenir les funestes complications de météorisme abdominal, de vomissements d'abord bilieux, puis bruns, puis couleur de marc de café, puis enfin mélaniques qui sont la dernière sécrétion typhoïde, et la plus grave. Enfin, vient la suppression de la sécrétion urinaire, et alors la situation du malade est le plus souvent désespérée.

Lors même que le principe typhoïde revet la forme intermittente quotidienne ou tierce, comme en hiver, ce n'est point un motif pour ne pas l'attaquer avec la même énergie dès les premiers accès, malgré le calme trompeur qui survient après chaque accès, car pendant ce calme, le principe toxique n'en poursuit pas moins son action délétère; de sorte que le second accès offre déjà moins de chances de succès que le premier, et à plus forte raison le troisième, qui est nécessairement fatal, surtout celui du type tierce; tandis qu'en s'y prenant activement dès le premier jour, on peut espérer de sauver tout aussi bien les personnes non acclimatées que celles qui le sont, ainsi que j'ai pu m'en convaincre dans deux établissements anglais situés à Lima.

C'est aussi en hiver, immédiatement après l'épidémie de fièvre jaune, et en dehors des

fièvres intermittentes, que quelques cas isolés de choléra se sont présentés, circonstance qui rapprocherait ce fléau du typhus ictéroïde plutôt que de la fièvre jaune, quoique je ne sache pas qu'il lui ait encore fait concurrence dans la Sierra. Il n'est pas probable qu'il fût admis, non plus que les fièvres typhoïdes, dans les parages des fièvres intermittentes pernicieuses paludéennes. C'est sans contredit le plus redoutable des fléaux, du moment que ses effets directs tendent à la coagulation du sang, et par conséquent à l'asphyxie. Réaction difficile, point d'influence de la part de l'élément intermittent; aussi les fébrifuges sont-ils impuissants contre lui; et tandis que le typhus rend le sang fluide, le choléra en suspend le cours.

Les fièvres typhoïdes graves alternent également en cette saison avec la fièvre jaune, aussi en l'absence de l'élément intermittent. Des journaux de Lima ont publié qu'on était parvenu à enrayer ces fièvres au moyen de sulfate de quinine. Il faudrait supposer, dans ce cas, le concours de cet élément qui les convertirait en fièvres intermittentes, ce qui n'a pas lieu dans cette circonstance. Peut-être y parviendrait-on en faisant prendre des bains froids chaque jour, et à la même heure, au malade. Enfin, on voit encore alors certains cas qui ne sont pas précisément des fièvres intermittentes, mais des fièvres pernicieuses.

Ce qui prouve évidemment que la fièvre jaune appartient aux fièvres intermittentes, c'est précisément l'influence directe de l'élément intermittent sur le principe miasmatique typhoïde dont il est si bien l'agent impératif, qu'il le fait récidiver à l'état de fièvre intermittente typhoïde, trois, quatre fois et plus, chez les mêmes individus, toujours d'une manière analogue, toujours aussi grave, mais toujours également accessible au traitement des fièvres intermittentes. A la vérité, ces cas ont lieu pendant le cours de l'épidémie, mais à des distances assez éloignées cependant pour que les individus puissent vaquer à leurs occupations. Malheureusement l'influence de l'élément intermittent sur l'agent typhoïde ne se borne pas au temps que l'on a rigoureusement fixé à la fièvre jaune, c'est-à-dire à l'été, puisqu'en hiver même, il est tout aussi capable de le reproduire de nouveau, mais sous forme mieux caractérisée, soit de la fièvre intermittente quotidienne, soit surtout celle au type tierce, ce qui l'assimile aux fièvres intermittentes pernicieuses paludéennes, sans que pour cela ses effets soient moins funestes qu'en été. Les symptômes et même les résultats pathologiques semblent tellement se confondre, qu'on pourrait parfois considérer ces deux fléaux comme étant presque identiques, si leur incompatibilité n'était un obstacle à ce qu'ils puissent s'allier dans la même localité, ce que n'admet pas leur différence d'origine. Ce sont donc positivement deux catégories de typhus, dont l'un émane du règne animal, tandis que l'autre émane du règne végétal, ayant par conséquent des propriétés différentes, d'où résulte leur antagonisme. Ainsi, au Pérou, l'influence de l'élément intermittent suffit pour faire récidiver plusieurs fois la fièvre jaune chez les mêmes individus. Il est probable que, passé cette dernière épreuve, on en est définitivement libre, à moins cependant de perdre le bénéfice de l'acclimatation. Il est pourtant des personnes qui n'y sont point sujettes, quoique venant des pays tempérés et même froids. Les nègres en sont généralement exempts, ainsi que des fièvres intermittentes pernicieuses paludéennes. Quant aux Indiens de l'intérieur de la Sierra, ils semblent être le point de mire tant de la fièvre jaune que du typhus; mais en revanche ils sont moins sujets aux fièvres paludéennes. Sans doute faut-il tenir compte de leur vie déréglée, de leur penchant à l'ivrognerie, et surtout de leur profonde ignorance, qui les mettent à la merci des fléaux, auxquels ils n'opposent que des remèdes barbares tels que des urines pourries, sauf à se livrer à des empiriques tout aussi ignorants qu'eux. Il faut convenir cependant que le typhus de la Sierra est des plus violents, éminemment contagieux, et que sa marche est aussi déplorable que rapide.

Les personnes qui ont eu antérieurement la fièvre typhoïde sont attaquées de préférence par la cholérine que par la fièvre jaune. Cependant, il faut toujours être sur ses gardes contre l'influence de l'élément intermittent en temps d'épidémie, tant qu'on n'a pas encore subi l'influence typhoïde.

La fièvre intermittente simple, endémique sur la côte du Pérou, résulte, ainsi qu'il est évident, des variations asmosphériques fréquentes, occasionnées par l'immense évaporation des eaux de la mer. Cette fièvre, en tant qu'élément intermittent, doit être censée dégagée de tous miasmes toxiques paludéens, et même telluriques, autrement elle serait incompa-

tible avec la fièvre jaune. Ces émanations telluriques sont aussi essentiellement paludéennes, et il est notoire que des épidémies graves peuvent survenir à la suite des tremblement de terre, ainsi qu'il arriva à Lima, il y a environ cent ans, et comme il arrive même aujourd'hui sur la voie du chemin de fer de la Oroya, où l'on est obligé de remuer les terrains marécageux situés dans les vallées. Depuis le commencement de ce travail, les fièvres intermittentes pernicieuses paludéennes y ont pris des proportions telles, qu'elles attaquent même les personnes acclimatées à ces parages.

La fièvre intermittente simple, dont le type est généralement quotidien sur la côte, devient aisément coutumière et difficile à traiter avec le temps. Alors elle prédispose aux affections de la rate, du foie et des intestins, à la dyssenterie, à l'hydropisie. A l'état naissant, elle a une grande tendance à s'allier aux principes miasmatiques typhoïde et paludéen, ainsi qu'aux affections qui fomentent un levain typhoïde, comme les lochies, la métrite puerpérale, qui peut devenir épidémique dans les grandes villes, et surtout dans les hôpitaux. Elle semble affecter particulièrement le système nerveux, car il suffit d'une impression pour la provoquer. Elle se manifeste parfois à Lima, sous forme larvée quotidienne et apyrétique, affectant un seul organe, l'utérus, l'œil, etc. Ces névralgies causent des douleurs fort aiguës, mais n'ont point la gravité des fièvres larvées au type tierce, et cèdent facilement au sulfate de quinine. Elle donne souvent lieu à la teinte ictérique, ainsi qu'à une éruption miliaire, accompagnée de démangeaisons incommodes, mais sans douleur ni secousses vives comme celle de la suette. Aux approches de fièvre jaune, elle se complique de symptômes bilieux, qui sont les précurseurs de l'épidémie. Enfin, c'est par suite de cette tendance de l'élément intermittent à s'allier aux miasmes toxiques que résultent ces deux terribles fléaux, la fièvre intermittente typhoïde ou fièvre jaune et la fièvre intermittente pernicieuse paludéenne des pays chauds.

Les fièvres intermittentes ayant une nature distincte, il importerait donc de leur assigner une dénomination appropriée à cette nature. Ainsi, les fièvres intermittentes simples ne peuvent être réputées paludéennes, autrement elles impliqueraient l'existence du principe miasmatique toxique paludéen, qui pourrait les convertir en fièvres intermittentes pernicieuses, quoique, en somme, aucune fièvre intermittente, même simple, ne soit exempte d'influences plus ou moins fâcheuses. Si cette dénomination de fièvres paludéennes n'a point d'importance pour les pays froids ou tempérés, où elles n'ont en général rien de grave, il n'en est plus de même pour les pays chauds, où elles peuvent devenir aussi redoutables que la fièvre jaune. Du moment donc qu'il s'agit de fièvres intermittentes simples, on doit les considérer comme étant exemptes de miasmes hétérogènes, comme le sont celles qui sont produites par la mer, les grands cours d'eau; car elles n'acquièrent des propriétés délétères que quand elles s'allient aux principes miasmatiques toxiques. Autrement on ne pourrait s'expliquer comment les côtes de la mer sont le séjour privilégié de la fièvre jaune, tandis que les marais d'eau douce sont celui des fièvres intermittentes pernicieuses paludéennes.

La fièvre intermittente pernicieuse paludéenne, au Pérou, est l'émule de la fièvre jaune, si elle n'est plus redoutable. Bien que ses symptômes diffèrent en quelques points, le résultat vient à être à peu près le même. Il n'y a donc d'autre symptôme différentiel que celui qu'accuse la rate, et encore le foie n'est-il pas toujours exempt d'altérations pathologiques; mais si l'on s'en tenait à l'extérieur des malades, le diagnostic pourrait parfois se trouver en défaut, car ces deux fièvres semblent être sœurs jumelles; c'est que la fièvre intermittente pernicieuse paludéenne est un typhus paludéen. Il n'est donc pas étonnant que le public confonde souvent ces deux fléaux.

Cette fièvre affecte ordinairement la forme au type tierce; mais celle au type quotidien n'est pas moins redoutable, puisqu'elle peut tuer en vingt-quatre heures. Elle a toujours une tendance à produire un état d'abattement, équivalent presque à celui de consomption.

Dans les deux cas, le début est celui de la fièvre jaune : froid intense, accompagné de fortes douleurs de tête, de reins, ainsi que des membres, relaxation des muscles, douleurs fortes à la région de la rate et parfois aussi du foie. L'estomac, la partie inférieure du sternum, et souvent même la région précordiale, participent de ces douleurs.

Les vomissements sont d'abord jaunes, et verts plus tard. Dans les cas graves surviennent

des diarrhées, souvent sanguinolentes. Le ventre n'est point météorisé, comme dans la fièvre jaune, à moins que la péritonite ne se déclare et ne donne lieu à la constipation et à la rétention d'urines. Il est plutôt resserré vers l'épine dorsale. La prostration, l'affaiblissement des muscles, l'anémie, sont souvent subites et suivies d'aphonie. Les malades prennent une teinte ictérique, semblable à celle de la fièvre jaune. Les urines sont brunes, comme dans la fièvre jaune, mais non suspendues, à moins de complication de péritonite. La langue présente un enduit gris ou jaune verdâtre dans le principe, mais devient rouge et râpeuse comme la langue de chat dans les cas graves. Les gencives, saignantes, ne sont point encroûtées, ni scorbatiques, comme dans la fièvre jaune, mais l'haleine est souvent infecte. Le sang semble être privé d'hématose et de globules. On n'observe point les pétéchies ni les taches scorbatiques de la fièvre jaune; mais dans les fièvres intermittentes paludéennes de la Oroya, elles sont remplacées par une affection équivalente, la *verrue péruvienne.* L'état comateux, ou l'état convulsif, peuvent survenir à la fin. Ce dernier symptôme paraît être moins redoutable, quelque violent qu'il soit, que le premier, excepté du moins un certain tremblement nerveux de la langue et des membres, comme celui qui survient à la suite de la suppuration des plaies. A part les altérations de la rate, on retrouve à peu près celles de la fièvre jaune. Le foie éprouve aussi souvent des altérations dans sa masse, dans sa consistance, et même des adhérences au péritoine. Les poumons sont souvent altérés. Le système musculaire est très-affaissé; aussi le cœur présente-t-il l'aspect d'une masse molle et inerte. L'état de stupeur est donc inévitable au milieu de semblables désordres. Les altérations produites par la fièvre jaune sont peut-être dépassées par la fièvre paludéenne. En tout cas, l'intelligence ne s'altère qu'à la fin. On a observé, quand l'accès appartient au type quotidien, que le diagnostic est favorable si cet accès retarde sur les autres, et qu'il est au contraire défavorable, s'il anticipe, quand la fièvre appartient au type tierce. La prostration des malades, la conscience de leur situation, sont de mauvais augure. Cette fièvre offre plus de variétés que la fièvre jaune.

La fièvre intermittente pernicieuse paludéenne règne au Pérou dans les endroits marécageux où l'on cultive le riz, et particulièrement dans les vallées profondes de la Sierra. L'atmosphère circulant mal dans ces gorges humides, s'y imprègne aisément des miasmes terrestres ou marécageux, provenant de la décomposition des substances végétales, sous l'influence de la chaleur solaire, qui est insupportable pendant le jour, tandis que le froid commence dès que le soleil disparaît derrière les montagnes, et permet aux vapeurs de se condenser dans ces vallées, circonstance qui produit un abaissement considérable et subit de température, qui ne peut faire autrement que d'impressionner vivement les habitants de ces vallées, et les prédisposer à ces fièvres, à l'exception cependant des personnes acclimatées, ainsi que des nègres qui lui résistent aussi bien qu'à la fièvre jaune. Les Indiens de la Sierra, si enclins à la fièvre jaune, y sont moins sujets, ainsi que les Chinois. Ce sont les blancs, les métis, et surtout les étrangers, qui lui paient le plus large tribut.

Cette fièvre, sujette à récidive, ne préserve point de la fièvre jaune, et *vice versâ*; mais elle est heureusement bornée à son foyer, parce que son principe toxique n'est ni contagieux, ni par conséquent ambulant, comme celui de la fièvre jaune. Il suffit même de s'en éloigner à une faible distance pour se soustraire à son influence. Ce n'est même que depuis les travaux du chemin de fer de la Oroya, qu'elle a pris une triste activité. A partir de Lima, le chemin de fer suit la rive gauche du Rimac, où les ouvriers n'ont à souffrir que de fièvres intermittentes simples; et ce n'est qu'à une distance de huit à dix lieues, a la Chosita, là où existent les eaux dites à verrues, que règne la fièvre intermittente pernicieuse paludéenne de la Oroya, jusqu'au point où commence le climat froid de la Sierra.

La verrue péruvienne, ainsi appelée parce qu'on ne l'a observée jusqu'à présent qu'au Pérou, semble être une forme particulière de scorbut, qui remplace souvent les pétéchies dans les fièvres de la Oroya, circonstance qui n'est pas indifférente, par la raison qu'elle paraît en atténuer la gravité. Elle ne s'observe pourtant que dans les vallées situées du côté de la mer, tandis que le goître appartient aux vallées orientales situées du côté des Amazones, comme à Huánuco.

La période d'incubation est de six semaines à un an. Son début est marqué par un accès

de fièvre intermittente dans la localité. En tout cas, cet accès est accompagné de douleurs ostéocopes ou rhumatismales. Quelques jours après se manifeste une éruption de petits points rouges, d'un rouge purpurin, acuminés, qui ne tardent point à devenir autant de tubercules ou vésicules rouges de toutes dimensions, pouvant même devenir assez volumineuses pour prendre le nom de *verrues de mule*. Elles sont molles, s'excorient au moindre frottement, et peuvent donner lieu à de véritables hémorrhagies. Mais il peut arriver que cette éruption se fasse à l'intérieur, soit dans les intestins, soit dans les autres organes, et donne lieu à des symptômes équivoques. Elle peut aussi se manifester sous la peau, dans lequel cas, le toucher accuse les tumeurs aplaties. Indépendamment de ces vésicules, on observe souvent des petits corps arrondis, oblongs, ayant l'apparence de glandes sébacées hypertrophiées, qui se détachent de la peau par la pression, comme le feraient des petits grains d'orge perlé bouillis.

Cette affection n'est point contagieuse, mais ne laisse pas d'être fort dangereuse. Aussi nécessite-t-elle les plus grandes précautions. Pourtant, dans la localité, son traitement est purement empirique, et consiste plutôt dans un régime tonique et excitant, consistant en décoctions concentrées de maïz (*mole*), en vin, bière, café, thé, liqueurs et en un abri convenable. Un traitement débilitant ne conviendrait pas. Cependant un individu m'a affirmé s'être débarrassé de cette maladie au moyen de frictions mercurielles (?) On n'y est sujet qu'une fois. La question est de savoir si cette affection serait susceptible de récidiver chez les personnes qui auraient perdu le bénéfice de l'acclimatation.

On ne manque pas naturellement d'attribuer cette maladie à la vertu de certainees eaux dites à verrues, ce qui n'est guère probable. Il est pourtant assez difficile d'expliquer comment elle n'existe qu'au Pérou, sur le versant des Andes, dirigé vers la mer, tandis que le goître existe sur le versant situé du côté des Amazones. Au Pérou, pays de mines, on tranche la question en rejetant la faute sur certains métaux, surtout l'antimoine. Serait-elle due simplement aux miasmes de ces vallées? En tout cas elle semble être tout à fait indépendante de la fièvre paludéenne de l'endroit, puisqu'elle peut se manifester sans elle. Si elle la complique, ce n'est sans doute qu'en vertu de la tendance de l'élément intermittent à s'allier aux maladies. Et si sa complication est au bénéfice du malade, ce ne peut être qu'en opérant sur lui une révolution favorable.

Le Pérou a donc à lutter contre deux fléaux également redoutables, la fièvre jaune et la fièvre intermittente pernicieuse paludéenne. Pourtant, la fièvre jaune est définitivement plus funeste que la fièvre intermittente pernicieuse paludéenne. On peut du moins se soustraire à cette dernière, du moment qu'elle ne s'étend guère au delà des limites de ses foyers, tandis que le principe typhoïde étant éminemment contagieux et ambulant, ne connaît pas de limites, ne respecte ni climats, ni saisons, et s'accomode de toutes les circonstances, sauf à changer de formes; de manière que si l'on évite la fièvre jaune dans une localité, on est exposé dans d'autres à se voir assailli par le typhus, la peste d'Orient, le choléra, et même par cette inséparable compagne des typhus, la variole, ainsi qu'il arriva au Pérou, après l'introduction du principe typhoïde, grâce à la rapidité des bateaux à vapeur. On peut tarir la source du principe toxique miasmatique paludéen, du moment qu'il n'est point contagieux et est relégué à ses marais; mais on est impuissant contre le principe typhoïde qui est impérissable et toujours prêt à entrer en scène.

La propriété contagieuse du principe typhoïde doit tenir à ce qu'il émane essentiellement de la décomposition des substances animales, qui est plus complexe que celle des substances végétales. L'azote, l'ozone doivent naturellement jouer un rôle particulier dans cette décomposition, dont résulte un produit mystérieux capable de résister à l'analyse chimique. Triste effet de la décomposition des matières organiques, qui s'opère en vertu de lois immuables de la nature, dont le but est d'éliminer des substances inutiles, tout en les destinant à des fins utiles, sans s'embarrasser des conséquences fâcheuses qui pourront en résulter pour nous. Nous aurions tort cependant de lui reprocher la prodigieuse et incessante activité qu'elle déploie, même dans ces cas, du moment qu'elle nous a doués de sens et d'organes destinés à nous avertir de leur présence comme à les éviter. Accusons-nous plutôt nous-mêmes si, loin de fuir, nous ne leur créons que trop souvent de nouvelles sources ou

vivons même indifférents au milieu d'elles. Suspendra-t-elle ses lois immuables par pitié pour notre imprévoyance ou notre indifférence, quand il nous serait souvent facile de l'éviter? Qu'on ne perde pas de vue que le germe typhoïde, une fois éclos, a acquis droit de domicile, et ne demande plus qu'à agir. C'est que la matière animale a disparu pour donner lieu à une *entité morbide* indépendante, mais insaisissable, inaccessible aux sens, et pourtant des plus graves, témoin ces épidémies meurtrières, qui ne suspendent leur cours que quand certaines circonstances viennent à varier. Malheureusement ces fléaux sont souvent indépendants de notre volonté, comme ces typhus qui se déclarent spontanément au milieu des camps, des prisons, à bord des navires et dans d'autres circonstances critiques, telles que les guerres qui affligent les hommes par la mort d'abord, puis par la peste. N'est-il pas humiliant pour l'espèce humaine, de se voir de la sorte convertir en foyers d'infection, en même temps que de corruption? De quelque manière que se forme le principe typhoïde, ses propriétés délétères n'en sont pas moins identiques, et il suffit d'un seul individu pour empoisonner tout un pays.

Le principe typhoïde agit sur l'économie à la manière des miasmes infectieux, et infecto-contagieux, tandis que celui des marais n'est qu'infectieux. Il commence par vicier le sang; puis, la circulation aidant, ce liquide se charge de charrier ce principe par toute l'économie. La respiration et l'absorption cutanée sont naturellement les principaux complices de cette intoxication, étant en rapport immédiat avec l'atmosphère viciée, et l'économie ne tarde pas à en ressentir une impression pénible qui se traduit par des symptômes alarmants, surtout du côté des voies digestives, qui cherchent à se débarrasser de cet agent toxique qui résiste et poursuit sans relâche son action délétère.

Un fléau se présentant sous de tels auspices, semblerait devoir éclater comme un coup de foudre, et tout exterminer dès son début. Heureusement il n'en est point ainsi. Il commence même par des symptômes tellement bénins, qu'on dirait qu'il garde des ménagements. Mais ces essais préliminaires finis, tout à coup viennent les morts foudroyantes; puis le fléau prend son cours. C'est ainsi qu'au Pérou, la fièvre jaune ne débuta pas d'emblée. Elle eut sa période d'incubation, qui se décela néanmoins par un changement notable dans les maladies, par des épidémies qui portaient déjà le cachet du typhus; après quoi survint une cholérine qui fut dans le principe bénigne au point que la mortalité fut moindre que les années antérieures, et que les maladies ordinaires semblèrent s'effacer, ainsi qu'il arrive dans les grandes épidémies, laissant ainsi le champ libre à cet embryon de la fièvre jaune, qui pourtant avait la force de les maîtriser. Mais cette bénignité sournoise ne pouvait guère en imposer, en présence de symptômes suspects. Les fièvres typhoïdes, auparavant légères et exemptes de *taches lenticulaires* et de *sudamina* assumaient de jour en jour un caractère plus grave. Les fièvres intermittentes ordinaires se compliquaient de symptômes bilieux. Puis enfin survinrent des épidémies de fièvres éruptives fort graves, dont la plus notable fut la variole, qui est comme le satellite des typhus, par la raison qu'elle alterne constamment avec eux, et acquiert souvent leur gravité. Elle récidive même plusieurs fois à Lima chez les mêmes individus.

Afin de mettre en évidence le degré de relation que ces fièvres éruptives peuvent avoir avec le typhus, il n'est peut-être pas indifférent de faire connaître l'ordre dans lequel elles se sont présentées avant la fièvre jaune.

En 1850, après une épidémie fort remarquable de fièvres intermittentes ordinaires, survinrent successivement des dyssenteries, puis des coqueluches, des croups, des fièvres typhoïdes plus graves que de coutume. Enfin, vint le tour des fièvres éruptives; d'abord celui de la scarlatine qui n'eut heureusement qu'une courte durée; puis celui de la rougeole, qui fut plus grave, occasionnant chez beaucoup d'enfants la phthisie pulmonaire, et des ulcères avec suppuration des intestins. Enfin, une formidable épidémie de variole vint, pour ainsi dire, comme la messagère du typhus. Elle envahit d'abord la population du Callao, et quelques mois après celle de Lima, précisément dans l'ordre que suivit plus tard la fièvre jaune. Elle sévit dans ces deux villes d'une maniere fort déplorable. Aussi la mortalité y fut-elle véritablement effrayante. Des journaux de Lima publièrent alors qu'on était parvenu à entraver cette maladie au moyen du sulfate de quinine administré dès le début, et avant

l'éruption. C'était un essai assez dificile à tenter alors, par la raison que les familles traitaient en secret leurs malades, pour les soustraire aux rigueurs inqualifiables des autorités, qui faisaient impitoyablement enlever de leur domicile les varioleux, à quelque catégorie qu'ils appartinsent, pour les diriger sur un seul hospice, imposant même aux médecins l'ordre fort inique de dénoncer les cas qui se présenteraient à eux! Inutile de faire ressortir l'odieux d'une conduite qui compromettait l'existence des malades. C'est que la peur est une bien mauvaise conseillère! Heureusement on est aujourd'hui revenu sur cette mesure arbitraire, qui ne pouvait avoir que de fatals résultats, surtout quand un fléau est général.

Une succession de maux de cette nature devait en faire pressentir de plus graves encore. Depuis plus de trente-cinq ans que j'exerce ma profession de médecin à Lima, je n'ai vu que cette seule complication de symptômes. Vers la fin des chaleurs de 1852, survint tout à coup une entérite bilieuse, ou cholérine, qui était comme l'embryon de la fièvre jaune. Presque en même temps, la population de Lima fut prise de diarrhées bilieuses persévérantes. Mais comme elles cédaient facilement alors aux purgatifs salins, ou aux préparations opiacées, on ne s'en inquiétait guère. Toutefois, elles ne laissaient pas d'exténuer les malades, attendu que des sueurs copieuses se mettaient de la partie. Dans le principe, ces diarrhées venaient sans symptômes précurseurs, et les malades s'en tiraient parfaitement bien, sauf qu'ils conservaient un état de faiblesse et de langueur qu'ils avaient bien de la peine à surmonter. Mais plus tard, des frissons, de la céphalalgie, des douleurs dans le dos et dans les membres se manifestèrent. Les hypocondres, surtout le droit, devenaient le siége de douleurs assez vives pour qu'on fût obligé de recourir aux sinapismes, et surtout aux sangsues qui faisaient merveille. Il existait même des douleurs pleurodyniques ou pleurétiques, sans dyspnée, quoique les malades eussent de la toux accompagnée de crachats, légèrement sanguinolents, sans être pourtant caractéristiques d'une pneumonie. Le pouls présentait même plutôt cet état de mollesse et de lenteur qu'on observe pendant les sueurs des fièvres intermittentes. Et pourtant la soif était insatiable, et les malades réclamaient impérieusement des boissons acides et glacées, selon la vicieuse habitude du pays. Les urines étaient safranées et les diarrhées rebelles. Il n'y avait donc point de ballonnement du ventre. Souvent aussi il survenait des vomissements bilieux, et même des crampes. La face était vultueuse, les yeux légèrement injectés, comme dans la fièvre jaune, sans doute à cause de la tendance de cette éruption miliaire qui ressemble à la rougeole. Les sueurs avaient une odeur rappelant celle de la suette. La langue était saburrale et humide. L'insomnie était désespérante et forcée, car à peine les malades fermaient-ils les paupières que les plus sinistres visions les obligeaient de les ouvrir. Et, ce qu'il y a de singulier, c'est que quand les malades s'amélioraient, ces visions lugubres étaient souvent remplacées par d'autres, qui avaient parfois leur côté plaisant, au point d'exciter le rire chez quelques malades, comme dans le délirium tremens.

Du second au troisième jour de la maladie se déclarait uue éruption miliaire, assez semblable à celle de la rougeole, qui se reproduit aussi dans la fièvre jaune, qui est aussi une fièvre éruptive, et causait des douleurs vives et fort incommodes, qui se manifestaient surtout aux extrémités, et s'accompagnaient de secousses semblables à celles que produiraient des étincelles de feu ou d'électricité. C'étaient les symptômes de la suette anglaise.

Jusqu'à présent pourtant, rien encore de bien alarmant, et la mortalité ne se faisait pas encore trop ressentir. Cependant, certains symptômes fort suspects, permettaient déjà de reconnaître l'action d'un principe toxique. Les vomissements bilieux devenaient opiniâtres, d'un vert foncé; puis au bout de trois jours, les malades expulsaient par la bouche une quantité variable de sang, qui ne tardait pas à être suivie d'une vomique, sans couleur ni odeur caractéristiques. Et, chose merveilleuse, c'est que ces symptômes, qui semblaient être de mauvais augure, étaient au contraire une crise favorable. Nul doute que ce pus ne fût le résultat d'un accès de la membrane muqueuse de l'estomac, dû à un état de phlogose occasionné par la violence et la persévérence des vomissements; car l'absence de symptômes notables du côté du foie et leur rapidité ne permettaient guère de soupçonner de lésion importante du côté de cet organe, quoiqu'il dût se ressentir de l'action de l'agent typhoïde, et contribuer à ces vomissements bilieux.

Ce ne fut qu'à l'entrée de l'automne que les symptômes assumèrent définitivement un

caractère tout à fait alarmant. Ce n'était pas seulement l'éruption miliaire qui se manifestait alors, mais bien toutes les éruptions possibles, sans y ometire les pétéchies, les ecchymoses et les phlyctènes. De l'état de suette, la cholérine avait donc passé par degrés à celui de typhus, ou plutôt de fièvre pétéchiale. Heureusement l'hiver vint suspendre le cours de ce fléau.

Il nous restait malheureusement à faire connaissance avec son successeur, la fièvre jaune confirmée, qui ne manqua pas d'arriver l'année suivante, pendant les chaleurs de l'été. Sans autre préambule, elle débuta par des morts foudroyantes, de nombreux décès, qui jetèrent l'épouvante parmi les habitants. Pourtant, on doutait encore, tant on craignait de s'avouer la présence de cet implacable ennemi, jusqu'alors inconnu au Pérou. Ce fut dans cette circonstance que l'École de médecine voulut bien me charger de l'autopsie d'un soldat qui venait de décéder à l'hôpital militaire de San Bartolomé. Cette autopsie n'ayant que trop confirmé les appréhensions, il fallut bien se conformer, quoique avec plus ou moins de résignation.

Malheureusement, on n'avait pas alors toutes les données nécessaires au sujet d'un fléau qui venait surprendre à l'improviste, et dont la marche était aussi déplorable que rapide, et sur le traitement duquel on ne pouvait point encore être fixé. On a admis en effet certaines dénominations qui ne s'accordent guère avec la nature de la maladie, comme par exemple celle de *congestion*, qui semblerait indiquer un état inflammatoire. Au Pérou, la fièvre jaune est bien positivement une fièvre intermittente à la manière des fièvres intermittentes pernicieuses paludéennes, et tend également à faire tomber très-promptement les malades dans un état de prostration extrême, qui n'a rien de commun avec l'inflammation. Or, si l'on recourait alors aux émissions sanguines, on s'exposait à précipiter la tendance à la prostration, et même à donner lieu à des hémorrhagies passives indomptables, tandis qu'on doit, au contraire, faire tout son possible pour soutenir les forces du malade, afin de le mettre à même de résister aux progrès de l'intoxication. Aussi, la méthode antiphlogistique n'a t-elle pas de partisans au Pérou, depuis que l'expérience a confirmé l'efficacité du sulfate de quinine dans cette maladie. Mais il faut se hâter, si l'on ne veut perdre l'occasion de l'état de fièvre intermittente, car la maladie tend à passer promptement à celui de typhus, de manière que le sulfate de quinine n'aurait plus alors la même efficacité. Les sueurs une fois installées, on doit procéder à son administration, sans plus compter sur le retour d'autres accès. En vue d'expulser l'agent toxique, certains médecins se fient à l'action des vomitifs et des purgatifs qui, malheureusement, n'ont pas la vertu de neutraliser ces effets, par la raison que ce principe s'assimile en quelque sorte à notre économie. Il ne s'agit donc point de l'expulser, mais bien de le neutraliser par des remèdes sur l'efficacité desquels on est universellement d'accord au Pérou, dans le traitement des fièvres intermittentes quelles qu'elles soient. Agir autrement, c'est perdre un temps précieux, et compromettre l'existence des malades. Ce ne sont pas les jours qu'il faut compter dans les épidémies de fièvre jaune, mais bien les heures; car la prostration n'ayant que trop de tendance à augmenter rapidement, on doit nécessairement éviter aux malades toute cause d'affaiblissement, outre que certaines fonctions naturelles, comme la lactation, les menstrues, les avortements si fréquents dans cette maladie, la simple prostration naturelle des malades sont souvent pour eux, dans ce cas, une cause infailliblement fatale.

Les symptômes de la fièvre jaune étant constamment à Lima, ceux des fièvres intermittentes, la première idée qui se présente naturellement, est de leur opposer le sulfate de quinine, cet admirable spécifique des fièvres intermittentes. Dès qu'un individu est pris de frissons, on doit s'empresser de provoquer les sueurs par des bains de pieds sinapisés, des couvertures chaudes, ainsi que par des préparations sudorifiques, telles que l'acetate d'ammoniaque mélangé au sirop d'opium, dont on favorise l'effet au moyen de tisanes sudorifiques chaudes, évitant surtout les boissons froides, la glace, les courants d'air froids, et même, autant que possible, le changement de linge, l'impression du froid étant tout aussi dangereuse dans la fièvre jaune que dans la suette et les maladies éruptives. Une fois les sueurs installées, on procède immédiatement à l'administration du sulfate de quinine, sans attendre un autre accès. Ce remède doit être administré à hautes doses, et associé à l'opium, qui

contribue à maintenir les sueurs, en même temps qu'il combat l'érétisme, et aide à supporter le sulfate de quinine. A la distance de chaque quatre ou cinq heures, on donne au malade une dose de 12 grains de ce sel, associé à un quart de grain d'extrait aqueux d'opium, et par-dessus une infusion chaude de plantes sudorifiques. On continue cette pratique trois ou quatre jours, ou mieux jusqu'à amélioration bien positive du malade. Bien entendu qu'on doit modifier le traitement selon l'âge, la complexion et la situation des malades. Ainsi, dans la grossesse, ce remède étant un puissant emménagogue, pourrait parfois déterminer l'avortement, qui est une circonstance grave. Il peut aussi donner lieu, chez certaines personnes, à l'érétisme vésical, et par conséquent à la suspension des urines, ce qui obligerait naturellement à en suspendre l'emploi. Il est vrai qu'on peut aisément remédier par le cathétérisme à cet accident, qui n'a rien de commun avec la suspension des urines provenant de la paralysation ou de la dégénérescence des reins qui sont l'effet de l'agent typhoïde. Mais on ne peut confondre ces deux cas, attendu que dans l'érétisme vésical la vessie fait saillie au bas-ventre et offre de la fluctuation au toucher, tandis que, dans le second cas, la vessie ne contenant point de liquide, il n'y a par conséquent ni tumeur, ni érétisme, ni besoin d'uriner. Mais il peut arriver, par une anomalie à la vérité rare, que la fonction des reins se trouve pervertie de manière à produire une abondante sécrétion d'urines albumineuses et brunes. Cette circonstance est loin d'être favorable au malade, car cette sécrétion vicieuse ne fait que précipiter encore plus vite le malade, d'abord en raison de la qualité malfaisante du liquide, et ensuite parce qu'elle contribue puissamment à la prostration des malades. Quoi qu'il en soit, on ne doit se désister de ce remède qu'autant qu'on est forcément obligé de l'abandonner, car aucun autre ne peut le remplacer. Pourtant, dans l'impossibilité où l'on serait d'en continuer l'emploi, on pourrait avoir recours à la solution de Fowler, qui paraît avoir une efficacité particulière, selon M. le docteur Louis Journé, contre les fièvres intermittentes pernicieuses.

C'est une erreur de croire qu'il importe de commencer le traitement par les vomitifs et les purgatifs. Cette méthode peut avoir l'inconvénient de faire perdre un temps précieux. dont on doit profiter pour neutraliser, avant tout, les effets de l'agent typhoïde, qui n'a que trop de tendance à dominer l'élément intermittent. Ce n'est pas que les purgatifs n'aient une grande utilité; mais les préparations de quinine doivent les précéder. Seulement, s'il y a météorisme et constipation, on peut administrer ces deux remèdes en même temps, et c'est même la méthode la plus rationnelle. Mais, hors ces cas, le sulfate de quinine suffit souvent. Si les vomissements ont lieu, on peut donner de préférence les sels effervescents. Quant aux vomitifs, la tendance naturelle aux vomissements est un motif suffisant pour s'en abstenir. Sans avoir d'action spécifique, les principes huileux ont cet avantage qu'ils agissent en lubrifiant les circonvolutions intestinales, facilitant ainsi leur fonction qui est paralysée comme celle des reins. Dans certains pays on administre d'énormes doses d'huile d'olives, additionnée de jus de citron qui produit souvent d'assez bons effets. Aux vomissements rebelles, on peut opposer les potions effervescentes, la créosote à faibles doses, en potions ou pilules, qui a obtenu à Lima beaucoup de succès. Contre la tendance à l'érétisme vésical, on emploie le camphre, l'essence de térébenthine à l'intérieur ou à l'extérieur.

La tendance rapide à la prostration ne permet pas d'assujettir longtemps le malade à une diète rigoureuse, qui pourrait augmenter l'état de prostration. Aussitôt que l'état des organes le permet, on doit donc s'empresser de réanimer le malade par des bouillons substantiels, des vins généreux, et même des spiritueux si le régime antérieur du malade l'autorisait.

Une fois le malade hors de danger, ce n'est pas un motif pour qu'on l'abandonne à lui-même. Il ne faut pas perdre de vue cette tendance des fièvres intermittentes à faire récidiver le mal, même en hiver.

Quant au typhus de la Sierra, le typhus ictéroïque légitime, une fois débarrasé de l'élément intermittent, il s'y manifesta d'une manière tellement violente, qu'il revêtit la forme de la peste d'Orient, caractérisée par ses anthrax (M. le docteur Louis Journé); ce qui n'a pourtant rien d'étonnant, car j'ai vu moi-même à Lima des anthrax survenir à la suite de la fièvre jaune, qui n'est après tout que le typhus ictéroïde, malgré son alliance avec l'élément intermittent. Sans compter que les autres typhus, tels que le choléra, le typhus grave, et même

la variole dépendent aussi du même principe. Cette opinion est partagée par M. le docteur Louis Journé, qui suit dans la Sierra la marche du typhus avec tout l'intérêt qu'y met un homme dévoué à sa profession. Le traitement qu'il observe dans le typhus est essentiellement stimulant et tonique. Seulement, s'il croit observer des symptômes d'intermittence, il emploie les préparations arsenicales, qu'il préfère au sulfate de quinine dans le traitement des fièvres intermittentes pernicieuses. S'il y a prostration, il administre la teinture de noix vomique, en potions ou en lavements, en même temps que des bouillons nutritifs, des vins généreux, des liqueurs, selon la nécessité. Il traite les hémorrhagies passives par des potions aluminées, acidulées par l'eau de Rabel.

Les fièvres intermittentes ont toujours existé au Pérou. Il paraît même que du temps des Incas l'emplacement occupé par Lima était très-insalubre, et que pour cette raison ils y envoyaient leurs repris de justice. On conçoit quels efforts ont dû être tentés par ces pauvres exilés pour combattre ces maladies. On prétend qu'ils connaissaient à cette époque l'efficacité du quinquina dans ces fièvres, et que leurs conquérants furent d'autant plus heureux d'en profiter que, n'étant point acclimatés, ces fièvres leur étaient beaucoup plus funestes. Aujourd'hui, les principes actifs de cette substance remplaçant avantageusement les poudres et les décoctions de son écorce, l'ont presque fait abandonner, par la raison que leur administration est aussi difficile que répugnante. Malheureusement ces produits chimiques sont d'un prix trop élevé pour la classe pauvre, qui est souvent obligée de recourir à d'autres remèdes indigènes. Elle emploie l'infusion, faite à froid, des semences rouges de la quinua (*chenopodium quenoa*), vomitif drastique, qui perd, dit-on, cette propriété, étant administrée dans les fièvres intermittentes. Le professeur de chimie de l'École de médecine de Lima, M. Eboli, m'a dit qu'on avait employé avec succès contre les fièvres intermittentes, à l'hôpital militaire de San-Bartolomé, la *chenodine* qu'il avait rétirée de cette plante. C'est pourtant un remède contre l'activité duquel on doit se mettre en garde. Les Indiens font en outre usage de la râpure de noix vomique. D'autres fois, ils précipitent les malades dans l'eau froide, et par surprise, au moment de stade de froid; ou bien ils leur font prendre une dose plus que *confortable* d'eau-de-vie. Il est à regretter qu'on ne répande pas davantage, au Pérou, l'usage de l'acide quinopicrique de M. Émile Perret, pharmacien à Moret-sur-Loing, en France. Quoique inférieur au sulfate de quinine, néanmoins il possède une efficacité assez grande contre les fièvres intermittentes, qui le recommande d'autant plus que son prix lui est inférieur, et qu'il a, en outre, des propriétés laxatives qui permettent de l'associer avantageusement à cette substance.

Il arrive que les sueurs tardent à se déclarer dans le stade de fièvre. Dans ce cas, à moins de circonstances contraires, un verre de limonade à la glace les détermine à l'instant, et on administre immédiatement le sulfate de quinine pour abréger le traitement.

L'acquisition de la fièvre jaune et du typhus est un fait qui n'est malheureusement que trop accompli pour le Pérou, qui ne constate que trop à ses dépens, que ce fléau, une fois introduit dans un pays, ne disparaît pas facilement. Ayant sévi de 1853 à 1855, il s'est assez mal dissimulé jusqu'en 1868, époque où il reparut tout aussi funeste qu'auparavant, quand rien ne paraissait en faire présager le retour. C'est que son principe avait pris racine dans le pays. Il fut encore précédé de la même cholérine, qui est comme son prélude, mais qui n'eut qu'une durée précaire, et fut presque immédiatement remplacée par la fièvre jaune. Ensuite, ce fléau se dirigea vers la Sierra, à la faveur de l'émigration. Mais l'élément intermittent ne se trouvant plus alors dans sa sphère d'activité laissa cheminer seul le typhus, qui de fièvre intermittente devint typhus ictéroïde proprement dit, et y légua des souvenirs peut-être plus tristes que ceux de la fièvre jaune sur la côte. Mais si ces fléaux sont définitivement acquis au pays, est-ce une raison pour se relâcher sur les mesures sanitaires? Incontestablement non; car il n'y a pas de motif pour augmenter la dose d'un principe meurtrier, qui n'a déjà que trop de tendance à se reproduire de lui-même. Qui sait d'ailleurs si ce principe ne pourrait pas s'anéantir et disparaître à la longue, faute d'éléments capables de l'entretenir, ou du moins de se réduire à des typhus ordinaires? En attendant, il conviendrait d'en rechercher les causes afin de les anéantir, si possible. Il est pourtant consolant pour le Pérou de penser que le typhus étant exotique et étranger à des causes locales, ne donnera

pas lieu à ces épidémies meurtrières si fréquentes dans d'autres sections de l'Amérique. Il a déjà assez à faire avec les tremblements de terre, les inondations de mer qui en sont la conséquence, et avec les fièvres intermittentes paludéennes, cet autre typhus paludéen, qui afflige les vallées de l'intérieur. Sans doute le manque d'expérience a beaucoup contribué à l'introduction de la fièvre jaune. Mais que pouvait seul le gouvernement du Pérou, si les républiques voisines, où le fléau est endémique, poussaient l'indifférence et l'incurie jusqu'à se laisser paisiblement décimer par lui? Et, chose remarquable, ce sont les pays chauds, les plus exposés à ce fléau, qui s'occupent le moins des mesures d'assainissement et d'hygiène publique!

Il est d'observation que les épidémies débutent toujours au Callao, de préférence à Lima, malgré la faible distance qui sépare ces deux villes, les circonstances climatériques étant toutes choses égales d'ailleurs. Mais il faut considérer que le Callao, qui est le principal port du Pérou, étant le point d'arrivage des navires de tous pays, est par conséquent plus exposé à recevoir les premières atteintes de ces fléaux. Il est donc à regretter qu'on n'ait pas pris d'abord, et qu'on ne prenne pas encore aujourd'hui, toutes les mesures de précaution qui intéressent au plus haut degré la sûreté publique. On prétend que sous la domination espagnole on ne gardait pas tant de considérations à l'égard des autres pays, qu'on ne laissait pas approcher les navires suspects, et que c'est grâce à cette précaution que le Pérou se vit si longtemps libre de la fièvre jaune. Aujourd'hui que les communications avec le Pérou sont devenues aussi rapides que fréquentes, on se contente de soumettre ces navires à une quarantaine, peut-être insuffisante, du moment qu'on ignore encore le temps que dure l'incubation du fléau. Il est d'autant plus facile d'entrer en contrebande ce principe, que les individus qui le recèlent n'en ont pas souvent la conscience, et le transmettent absolument comme on transmettrait les fièvres éruptives. De manière que la question vitale pour un pays qui est constamment en rapport avec ceux où règnent des épidémies graves, c'est sans contredit celle des lazarets. Elle est d'autant mieux fondée, qu'elle repose précisément sur le peu de conductibilité de l'atmosphère pour les germes toxiques, dont l'influence ne s'étend guère au delà des limites des fléaux, tandis que leur propagation s'opère directement au moyen des individus, c'est-à-dire par l'émigration. Cela étant, la condition essentielle pour ces établissements, c'est leur isolement complet. Comme tel, aucun point, au Callao, ne remplirait mieux ce but que l'île de San Lorenzo, que la nature semble y avoir mise tout exprès pour un établissement aussi utile qu'humanitaire, se trouvant précisément dans des conditions d'isolement et de distance qu'on n'aurait pu mieux imaginer. Il est vraiment dérisoire de donner le nom de lazarets à certaines ambulances construites à la hâte en temps d'épidémie, et qui ont le grave inconvénient d'être en contact avec la ville. Ce n'est pas que ces établissements n'aient pas leur utilité, ne fût-ce que celle de disséminer les malades, au lieu de les agglomérer dans les hospices centraux, comme par le passé, circonstance qui avait les conséquences les plus graves, ne serait-ce que la pourriture d'hôpital et des insuccès tant en chirurgie qu'en médecine.

Heureusement Lima n'est déjà plus cette cité malpropre, sillonnée en tous sens par de fétides ruisseaux, charriant à peine d'immondes carcasses d'animaux qui servaient de pâture à des nuées de gallinazos, qui semblaient avoir fait leur séjour privilégié de cette *ville des rois*. Ces ruisseaux, aujourd'hui canalisés, nous ont enfin débarrassés de la vue de ces hideux croque-morts. On s'occupe aussi de déblayer la ville de ses vieilles murailles de terre, qui servaient du temps des Espagnols contre ces audacieux flibustiers, toujours aux aguets pour s'emparer des trésors destinés à la couronne d'Espagne; car les pauvres Indiens, si humbles et si soumis, ne songeaient guère à conspirer en faveur des héritiers de Manco-Capac ou d'Atahualpa. Du reste, ces murailles, étant devenues le réceptacle des immondices de la ville, ne faisaient plus que vicier l'air et gêner la circulation. C'est au zèle éclairé de M. José Balta, président actuel, que Lima est redevable de ces améliorations, comme aussi des lignes de chemins de fer qui, commençant à s'irradier en tous sens, même jusqu'à l'autre côté des Andes, grâce à l'habileté et à l'activité de MM. Meiggs, finiront par mettre en relation des populations qui se connaissent à peine encore, et donneront, avec le temps, une valeur immense aux produits de cette vaste et riche contrée. Il est seulement à déplorer qu'on suive

encore ce vicieux système d'inhumation, qui consiste à déposer les morts dans de légères constructions en briques, disposées sur le sol, à la manière des ruches d'abeilles. Inutile de faire ressortir les funestes effets de cette pratique, qui a tous les inconvénients d'une putréfaction à l'air libre. L'odeur infecte qu'exhalent ces lieux de sépulture ne le prouve que trop. Ce qui n'empêche pas cependant que, au jour des Morts, ce séjour ne devienne le rendez-vous de l'élégance liménienne. Il est fâcheux que ce système soit maintenu par un motif d'intérêt particulier, car ces sépultures ne sont que provisoires, et quelques années après, si les familles des défunts en suspendent la location, on en retire les cadavres à demi-consommés pour les livrer à un auto-da-fé général, dont les exhalaisons sont une nouvelle cause puissante d'insalubrité pour les habitants de la capitale.

Pourquoi ne pas adopter le système d'enterrement suivi en Europe, qui consiste à rendre à la terre les dépouilles qui lui appartiennent, au lieu de prélever sur les familles un tribut onéreux autant qu'inutile? Les Incas avaient plus de respect pour leurs morts, et sans doute aussi plus de confiance en la résurrection, quand ils les ensevelissaient dans des terres meubles soigneusement préparées, en compagnie d'une certaine provision de maïs, de coca et de chicha, en quantité bien mesquine sans doute, pour attendre cette vie future. Mais du moins ils avaient la consolation de pouvoir se présenter, en chair et en os, au jugement dernier, au grand désappointement de leurs conquérants, qui ne s'occupaient pas de ce détail. De cette manière, leurs morts ne tuaient pas les vivants. Que de coutumes funestes consacre la routine! Il est vrai qu'on fait bien pis dans d'autres pays, où les habitants, poussés par un zèle fanatique, pratiquent d'horribles sacrifices, ou plutôt de dégoûtantes boucheries d'animaux inoffensifs, qu'ils abandonnent ensuite à l'action d'un soleil brûlant, qui les convertit bientôt en éléments de mort! Dans d'autres, on abandonne au cours des fleuves les cadavres, dont la décomposition sème la mort parmi les populations riveraines. A voir tant de pratiques vicieuses, tant d'imprévoyance, tant d'insouciance, ne dirait-on pas que la moitié de l'espèce humaine, lassée de vivre, cherche à se suicider en entraînant l'autre dans sa ruine? Et dans quel but ces révolutions, ces guerres désastreuses, qui, sacrifiant inutilement des milliers d'hommes, lèguent ensuite le typhus, le choléra et autres fléaux? Quand donc les peuples apprendront-ils à veiller à leur conservation?

Outre les lazarets et les mesures générales qui sont du ressort des autorités, il en est de spéciales qui regardent les individus. En première ligne, en temps d'épidémie, la sobriété en tout genre est de première nécessité. Il convient de choisir des habitations spacieuses, bien aérées, éloignées autant que possible des lieux humides, des marécages, des rivières, car leur voisinage suffit pour provoquer les fièvres intermittentes, qui sont l'agent déterminant de la fièvre jaune. Les encombrements d'hommes, et surtout d'animaux, sont essentiellement nuisibles, en ce que, viciant l'air, ils prédisposent au typhus. La propreté sur soi et dans ses habitations se recommande par le même motif. Il convient même de pratiquer des fumigations résineuses ou acides pour assainir les habitations. Quoique le principe toxique typhoïde résiste aux agents chimiques, ainsi qu'on ne le constate que trop dans le cours des épidémies, on ne doit pas moins insister sur leur emploi, ne fût-ce que pour rassurer un public effrayé, qui compte sur le concours et la vigilance des autorités, tandis que, malheureusement, le fléau ne s'apaise que quand il a rempli sa tâche funeste. Le choix des aliments est des plus importants, car les organes digestifs sont les premiers à se ressentir de ses effets. On doit donc rechercher ceux de digestion facile, pris avec modération, tels que les viandes rôties, les bouillons, les œufs, le vin, le café, le thé. L'usage des boissons glacées est surtout dangereux, parce qu'elles troublent la digestion, et que, prises le corps étant en sueur, elles peuvent déterminer un accès de fièvre intermittente, qui, en temps d'épidémie, se convertirait infailliblement en fièvre jaune. On doit, autant que possible, éviter les fruits, les légumes flatulents, et surtout les haricots rouges, qui ont une action particulièrement nuisible dans les épidémies : témoin ce singulier remède de la Sierra, qui consiste en une émulsion préparée avec vingt-cinq de ces graines, macérées à froid dans un verre d'eau, l'espace de vingt-quatre heures, puis broyées avec cette eau, de manière à en faire une émulsion. Ses effets sont absolument identiques à ceux du choléra, mais cèdent heureusement à l'administration de boissons glacées. Cette propriété, vomi-purgative, est indubitablement

inhérente à la nature de ce végétal, car la cuisson ne la lui enlève pas entièrement, du moment que, dans les épidémies de choléra, les premières victimes sont précisément les personnes qui en ont fait usage. Mieux vaudrait donc s'en abstenir complétement. Il importe surtout de s'aguerrir contre la crainte du fléau, car elle peut devenir tout aussi fatale que le fléau lui-même. Il est rare d'ailleurs qu'il attaque à l'improviste. Il est généralement précédé de symptômes précurseurs qui ne doivent pas être indifférents à ceux qui s'observent tant soit peu. On ressent d'avance un malaise général, de légères douleurs frontales périodiques et passagères, de l'inappétence, une digestion pénible, des borborygmes, des coliques vagues, quelquefois des diarrhées bilieuses, certaine tendance au vomissement, de la soif, de l'insomnie, ou un sommeil tourmenté par des songes pénibles. Tels sont les premiers symptômes précurseurs et qu'il suffit de combattre pour conjurer le fléau. C'est grâce à l'observation de ces symptômes que les médecins doivent si souvent cette prétendue immunité des fléaux. Il faut avouer cependant que leur habitude de fréquenter les hospices, les amphithéâtres d'anatomie, ne contribuent pas peu à les préserver de ces maladies. Qui ne sait que les habitués des voiries, des abattoirs, des cimetières, résistent davantage aux atteintes des typhus, comme si une certaine habitude d'intoxication devenait en quelque sorte un préservatif contre eux?

RAPPORT

SUR

L'HUILE MINÉRALE (*ROCK OIL*) OU PÉTROLE DU COMTÉ DE VENANGO (PENSYLVANIE), CONSIDÉRÉE AU POINT DE VUE DE SON EMPLOI POUR L'ÉCLAIRAGE, ETC.

Par B. SILLIMAN,

Professeur de chimie générale et appliquée, Yale College.

NOTE DE L'ÉDITEUR. — Nous avons obtenu du professeur Silliman la permission de reproduire dans le *American Chemist*, son mémoire original sur le pétrole de Pensylvanie, qu'il écrivit en avril 1855, et adressa, à titre de rapport, aux promoteurs de la première association qui ait été formée dans le but de développer cette industrie, arrivée depuis à de si grandes proportions. Ce rapport n'avait jamais été publié dans aucun journal scientifique, quoiqu'il eût été imprimé à un petit nombre d'exemplaires pour les besoins de l'Association, et c'est en raison de son grand intérêt historique et scientifique que nous le reproduisons dans nos colonnes à titre de renseignement. Au moment où le professeur Silliman fit ses recherches, tout ce que l'on savait, relativement au pétrole de Pensylvanie, c'est que sur les bords de l'Oil-Creek, dans le comté de Venango, cette huile s'accumulait dans des puits creusés dans le sol et flottait à la surface de l'eau sous forme d'une matière huileuse, dichroée, d'un vert foncé, et d'une densité élevée (882° B.). Il n'y avait pas alors de puits artésiens, et l'on ne croyait même pas à la possibilité de leur création. Le puits de Drake fut creusé plus de deux ans après la publication du rapport du professeur Silliman. Lorsqu'on lit aujourd'hui ce mémoire, après seize années d'expériences qui ont servi au développement de cette importante industrie, on est frappé de voir que son auteur a, de prime-abord, épuisé presque le sujet et décrit, par anticipation, la plupart des méthodes de traitement qui ont été depuis adoptées par les manufacturiers. Il va même jusqu'à suggérer la distillation par la vapeur surchauffée, qui, depuis, a été employée avec tant de succès par Merril, dans la préparation de ses huiles lourdes neutres. Il constate aussi la propriété particulière que possèdent les huiles lourdes de dégager leurs produits légers, lorsqu'elles sont soumises à l'action continue de températures bien inférieures à leurs points d'ébullition, et que l'on désigne ajourd'hui sous le nom de points de *séparations* (*cracking*). Il remarque que de l'huile *exposée pendant plusieurs jours*, dans un vase ouvert, à une chaleur réguliere au-dessous de 112 degrés, se résout graduellement en vapeur, disparaît peu à peu et finit par ne laisser qu'un faible résidu, sec, poisseux et noirâtre. »

Le professeur Silliman fut le premier à démontrer, à l'aide d'expériences photométriques précises, la grande valeur du pétrole comme matière éclairante, et imagina, à cet effet, avant l'appareil de Bunsen, un photomètre d'une forme particulière qu'il a décrit dans son journal (vol. XXIII, p. 315). Il employa dans ses expériences une lampe qui est le premier type de la grande famille des lampes à liquides hydrocarburés qui ont été inventées depuis cette époque.

Nous reproduisons textuellement le rapport du professeur Silliman, et, pour rendre justice à l'auteur de ces intéressantes recherches, nous devons observer qu'il n'eut d'autre guide que sa propre sagacité.

RAPPORT.

Je viens vous présenter les résultats de mes recherches assez étendues sur l'huile minérale (*rock oil*), ou pétrole du comté de Pensylvanie, dont vous m'avez demandé d'examiner la valeur au point de vue des usages économiques.

Un grand nombre de localités, situées dans diverses contrées du monde, fournissent un liquide huileux qui sort de la surface de la terre. On le trouve quelquefois seul comme dans les sources connues sous le noms de *source de goudron* dans la partie occidentale des États-Unis, et souvent on le rencontre flottant à la surface des eaux en une couche mince, montrant les couleurs de l'arc-en-ciel, ou en globules noirâtres, que l'on peut séparer, par des moyens mécaniques, du liquide sur lequel elles surnagent.

En certains endroits, on a creusé des puits afin d'accumuler le produit et pouvoir ensuite le recueillir en amenant l'eau à l'extérieur au moyen de pompes. L'huile se montre sur les bords des lacs et des lagunes, ou jaillit des sources situées au-dessous des lits de rivières. Telles sont les sources de Bakou en Perse, tels sont les puits d'Amiano dans le duché de Parme, en Italie. Les roches qui fournissent ce produit naturel sont ordinairement situées dans les terrains connus en géologie sous le nom d'*étage houiller*, mais le pétrole ne se trouve pas seulement dans ces formations, car on l'a découvert depuis dans des dépôts bien plus récents, et même dans d'autres plus anciens. Quoi qu'il en soit, on regarde généralement cette huile comme étant le produit d'une décomposition végétale. Quant à savoir si cette décomposition s'est effectuée seulement par fermentation, ou avec le concours d'une température élevée, ou avec celui d'une distillation opérée par de la vapeur surchauffée, ce sont autant de points sur lesquels on ne peut encore se prononcer.

Toutefois il est intéressant de rappeler à ce sujet que la distillation à haute température de certains schistes noirs bitumineux, que l'on trouve en France et en Angleterre, a donné de grandes quantités d'une huile qui offre, sous certains rapports, beaucoup de ressemblance avec le naphte, nom donné à cette huile incolore qui est le produit ordinaire de la distillation du pétrole. Le point d'ébullition très-élevé de l'huile minérale du comté de Venango (Pensylvanie) semblerait indiquer que cette substance est un produit pyrogéné, c'est-à-dire provenant de l'action du feu.

Bitume, asphalte, poix minérale, chapapote, etc.... sont les divers noms donnés à la substance résineuse noire, plus ou moins dure, qui résulte ordinairement du pétrole exposé à l'air, et que l'on trouve avec ou sans la matière liquide naphte ou pétrole. Parmi les lieux où l'on rencontre ces substances, si intimement alliées au pétrole, les plus remarquables sont : le lac Asphaltite de la mer Morte, le lac bien connu de Bitume de la Trinidad et les dépôts de poix minérale ou chapapote de Cuba. Dans une des provinces de l'Inde, on exploite annuellement de grandes quantités de pétrole, dont la majeure partie se consomme sur les lieux pour le chauffage et l'éclairage, mais dont une portion est exportée en Europe pour la production du naphte. Aux États-Unis, plusieurs points situés sur l'Ohio et ses tributaires passent pour fournir cette huile, et ils se trouvent presque tous dans le sein de l'étage houiller. On pourra consulter les ouvrages scientifiques relativement à l'histoire détaillée de ces nombreuses localités, dont la répétition serait superflue dans ce rapport.

Caractères généraux du produit brut.

L'huile brute, telle qu'elle est recueillie dans nos contrées, est d'une couleur brun foncé, qui, à la lumière réfléchie, se montre verdâtre ou bleuâtre. Même par une température chaude elle est épaisse, et sa consistance ressemble à peu près à celle des mélasses claires. Par une température très-froide elle est un peu plus pâteuse, mais peut être toujours transvasée d'un vase dans un autre, même à 15 degrés au-dessous de zéro. Son odeur est forte et particulière, elle rappelle aux connaisseurs l'odeur du bitume et du naphte. Exposée longtemps à l'air, elle ne s'épaissit pas, ne forme pas de peau à sa surface, et ne peut, sous aucun rapport, être regardée comme une huile siccative ; sa densité à l'état brut est de 882,

celle de l'eau étant désignée par 1000. Elle n'entre en ébullition qu'à une température élevée, et commence, néanmoins, à émettre des vapeurs à une température qui n'est pas trop supérieure à celle de l'ébullition de l'eau. Elle prend feu assez difficilement, et brûle avec une flamme qui dégage beaucoup de fumée. Elle tache le papier à la manière des huiles grasses ordinaires, et est douce et onctueuse au toucher. On l'emploie fréquemment à l'état brut pour lubrifier les organes grossiers des machines. Sous le rapport chimique, ses caractères sont tout à fait différents de ceux des huiles grasses ; et ils sont, pour la plupart, communs aux pétroles des diverses localités. Toutefois, je ferai observer, comme point fort important, que le produit de nos contrées diffère essentiellement de celui des autres pays, en ce qu'il ne devient, après une longue exposition à l'air, ni dur ni résineux comme la poix minérale ou le bitume. J'ai été informé par les personnes qui ont visité la localité que la surface du sol situé au-dessus des sources qui fournissent notre huile ne présente ni croûte, ni dépôt, comme on en voit dans les autres lieux où coule le pétrole et le goudron minéral. Cette différence vous paraîtra d'une grande importance, car elle signifie que ce produit existe en grande abondance dans votre propriété, qu'on pourra le recueillir sur tous les points de ce vaste terrain, partout où il sera possible de creuser un puits, et que son débit ne diminuera pas d'une année à l'autre. De ces conclusions naît naturellement la question de savoir quelle est la valeur de cette substance dans les arts, et quels sont les usages auxquels elle peut convenir? C'est dans le but de répondre à ces demandes que j'ai entrepris toutes mes recherches.

Examen de l'huile.

Afin de déterminer les divers produits qu'on peut obtenir de l'huile minérale, on en a soumis une certaine quantité à la distillation fractionnelle (1). Le liquide a été maintenu à une température constante, réglée par un thermomètre, et pour le chauffer on s'est d'abord servi d'un bain d'eau, et puis d'un bain d'huile de lin. Cette expérience était fondée sur la croyance que l'on avait que le produit brut contenait plusieurs huiles distinctes, ayant des points différents d'ébullition. On fit usage d'un thermomètre à échelle centigrade. Le bain d'eau ne réussit à distiller aucune portion de l'huile à la température de 100 degrés; il n'amena à la surface qu'une petite quantité d'eau acide. On remplaça ce bain par un autre, celui d'huile de lin, et l'on augmenta graduellement et lentement la température jusqu'à l'instant où commença la distillation. A partir de ce moment on éleva successivement la chaleur par degrés, en ayant soin de la maintenir au même point pendant tout le temps nécessaire à la séparation complète des produits donnés par cette température, avant de passer à la série thermométrique supérieure. Nous donnons dans le tableau suivant les résultats obtenus par ce long et pénible procédé. — 304 grammes d'huile brute soumis à la distillation graduée ont donné :

	Température.	Quantité du produit obtenu.
Produit N° 1.......	de 100° C......... (eau acide)	5 grammes.
— N° 2.......	— 140 à 150° C..................	26 —
— N° 3.......	— 150 à 160° C.	29 —
— N° 4.......	— 160 à 170° C.	38 —
— N° 5.......	— 170 à 180° C....................	17 —
— N° 6.......	— 180 à 200° C....................	16 —
— N° 7.......	— 200 à 220° C....................	17 —
— N° 8.......	— 220 à 270° C....................	12 —
	Total des produits obtenus par cette distillation ..	160 grammes.
	Résidu laissé dans l'alambic....................	144 —
	Quantité primitive.......................	304 grammes.

Produit n° 1. — Il se compose presque entièrement d'eau, à l'exception de quelques

(1) La distillation fractionnelle est un procédé qui a pour objet de séparer les divers produits d'un composé dont les points d'ébullition sont différents, et qui consiste à maintenir le mélange contenu dans un alambic à des degrés successifs et fixes de température pendant tout le temps que la destillation fournit le même produit à un point donné, et à élever ensuite la chaleur à un autre degré, etc.

gouttes d'une huile incolore qui a une odeur semblable, quoique moins intense, à celle du liquide originel.

Produit n° 2. — C'est une huile complétement incolore, très-claire et limpide ; elle a une odeur très-persistante, semblable à celle de l'huile brute, mais moins intense.

Produit n° 3. — D'une nuance légèrement jaune, il est tout à fait transparent, paraît être aussi limpide que le produit n° 2, et donne la même odeur.

Produit n° 4. — Plus jaunâtre que le précédent, ne s'en distingue pas autrement.

Produit n° 5. — D'une couleur plus intense, et d'une consistance plus épaisse ; il a une odeur franchement empyreumatique.

Produit n° 6. — Ce produit et les deux suivants sont plus fortement colorés et plus denses que les précédents. Il a la couleur et la consistance du miel, et son odeur est moins pénétrante que celle des huiles précédentes. La masse du produit brut qui reste dans l'alambic (47.4 pour 100) consiste en un vernis noir, épais, d'un aspect résineux, et si ferme, à l'état froid, qu'on peut renverser le vase qui le contient sans qu'il s'en détache. Le produit n° 6, exposé à l'air, ne montre aucun tendance à durcir ou à se couvrir d'une pellicule superficielle. On arrêta la distillation à ce degré du thermomètre, car on avait atteint la limite de chaleur possible avec un bain d'huile de lin. La *densité* des divers produits de la distillation suit une progression ascendante, comme on peut le remarquer dans le tableau suivant :

	Densité.
N° 2	733
N° 3	752
N° 4	766
N° 5	776
N° 6	800
N° 7	848
N° 8	854

Pour se faire une idée de la densité comparative de ces divers produits, il suffira de rappeler que la densité de l'éther sulfurique, le plus léger des fluides connus, est représentée par 736, et celle de l'alcool, absolument pur, par 800.

Les *points d'ébullition* de ces divers liquides présentent quelques anomalies, mais ils suivent ordinairement une progression ascendante ; ainsi le n° 2 donna des signes d'ébullition à 115° C., il se mit à bouillir énergiquement et persista dans cet état de 225 à 228 degrés. Le n° 3 entra en ébullition à 120 degrés, éleva sa température jusqu'à 270 degrés, et resta stationnaire. Le n° 4 dégagea des vapeurs à 140 degrés, monta jusqu'à 290 degrés, et resta à ce point. Par un second chauffage, la température continua de s'élever et dépassa 305 degrés. Le n° 5 donna à 160 degrés des signes d'ébullition, celle-ci devint de plus en plus active à mesure que la chaleur augmentait, et se continua jusqu'à 308 degrés. Le n° 6 commença de bouillir à 133 degrés ; l'ébullition devint violente à 160 degrés et persista pendant que la température s'élevait au-dessus de l'échelle du thermomètre à mercure. Le n° 7 entra en ébullition à la même température que le n° 6, et monta jusqu'à 303 degrés, point où l'ébullition ne se montra pas très-active. On dépensa beaucoup de temps pour obtenir ces résultats desquels l'on conclut que l'huile minérale (*rock oïl*) est un mélange d'un grand nombre de composés, tous essentiellement doués de la même constitution chimique, qui diffèrent entre eux sous le rapport de la densité et des points d'ébullition, et qui peuvent être séparés les uns des autres par l'action bien réglée de la chaleur.

L'incertitude des points d'ébullition indique que les produits obtenus aux températures désignées ci-dessus sont encore des mélanges d'autres substances, ce qui force à se demander si ces diverses huiles doivent être regardées comme des *éductes* (c'est-à-dire des corps déjà formés et qui se séparent simplement les uns des autres dans le procédé de la distillation), ou bien comme des substances produites par la chaleur et résultant de changements chimiques qui s'opèrent dans le traitement distillatoire. L'application prolongée d'une haute température suffit, seule, à effectuer des changements dans la constitution de plusieurs pro-

duits organiques, qui donnent alors naissance à de nouveaux corps qui n'existaient pas auparavant dans la matière originelle.

Propriété des huiles distillées.

Exposées au froid le plus rigoureux du dernier hiver, toutes les huiles obtenues dans cette distillation restèrent fluides. Les deux ou trois dernières seulement devinrent tout à fait épaisses par un froid de 15 degrés au-dessous de zéro, mais les trois ou quatre premiers produits de la distillation se conservèrent dans un état parfait de fluidité. Ainsi que je l'ai dit, l'air n'a aucune influence sur ces huiles. Leur examen chimique a montré qu'elles se composaient toutes de carbone et d'hydrogène, et que ces éléments s'y trouvaient probablement dans le même rapport numérique. A la première distillation, elles ont toutes une réaction acide qui est due à la présence d'une petite quantité d'acide sulfurique libre, provenant du produit brut; on fait complétement disparaître cette impureté en traitant l'huile avec de l'eau faiblement alcaline, ou même en la faisant bouillir sur de l'eau pure. L'huile ainsi préparée ne ternit pas la surface polie du cuivre, et montre ainsi qu'elle est propre à la lubrification, sous ce rapport au moins qu'elle n'est pas corrosive. Elle ne contient pas d'oxygène, car le potassium peut y séjourner sans perdre son brillant. L'*acide sulfurique* la décompose et la détruit entièrement; l'*acide nitrique* la convertit en un liquide jaunâtre, oléagineux, et lui fait éprouver les changements qu'il opère dans les autres huiles; les *acides hydrochlorique, chromique* et *acétique* n'ont aucune action sur elle. La *litharge* et autres oxydes métalliques ne l'altèrent pas, ou la convertissent, jusqu'à un certain point, en huile siccative. Le *potassium* s'y conserve sans altération, même à une température élevée. Les *hydrates de potasse, de soude* et *de chaux,* ainsi que le *chlorure de calcium* et plusieurs autres sels, s'y montrent sans influence. Distillée avec de la *poudre blanchissante* (*chlorure de chaux*) et de l'eau, suivant le procédé employé pour faire du chloroforme, l'huile se transforme en un produit qui a l'odeur et la saveur du chloroforme. Exposée pendant plusieurs jours, en vase ouvert, à une température régulière au-dessous de 212 degrés, l'huile se résout graduellement en vapeur, comme on peut s'en apercevoir à sa diminution sensible et aux taches qu'elle a faites sur le papier dont on recouvre le vase pour le garantir de la poussière. 6 ou 8 onces d'huile minérale ainsi exposée, dans un vase métallique, pendant six semaines ou plus, à une chaleur ne dépassant jamais 200 degrés, diminue peu à peu, devient jaunâtre, et finit par ne laisser qu'un faible résidu d'un brun noirâtre, brillant comme de la résine ou de la poix, et qui, à froid, est dur et cassant. Les échantillons d'huile employés dans cette expérience étaient presque incolores, et le fait est d'autant plus remarquable que la température de la distillation, ainsi que nous l'avons dit, est supérieure à 260° C. L'huile est presque insoluble dans l'alcool pur, qui n'en dissout que 4 ou 5 pour 100. Ellle se dissout complétement dans l'éther, et si l'on vient à chauffer doucement le mélange, l'éther s'évapore et l'huile reste inaltérée. L'huile distillée transforme le caoutchouc en une masse pâteuse, formant un liquide noirâtre, épais, et qui, après très-peu de temps, laisse déposer le caoutchouc. Elle dissout l'ambre en faible quantité, seulement assez pour colorer l'huile rouge. Elle dissout aussi une petite proportion du copal à l'état natif; mais, après grillage, le copal se dissout dans le pétrole comme dans les autres huiles.

Emploi du pétrole pour la fabrication du gaz.

On a essayé d'employer l'huile brute pour l'éclairage. A cet effet on en a décomposé une certaine quantité, en la faisant passer à travers une cornue en fer, remplie de charbon et chauffée au rouge. Les produits de cette décomposition étaient recueillis dans un appareil convenablement disposé. On obtint ainsi du gaz hydrogène carboné presque pur, qui est de tous les gaz extraits du charbon celui dont la puissance éclairante est la plus grande. Dans le fait, l'huile peut être considérée comme étant, sous une forme liquide, identique avec le gaz d'éclairage. Le gaz produit s'éleva à 10 pieds cubes par livre d'huile; il brûlait avec une flamme intense, donnant une fumée analogue à celle du gaz ordinaire s'échappant en jet, mais fournissant, avec le brûleur Argant, la flamme la plus parfaite.

Ces expériences ne furent pas poursuivies, parce qu'on prétendit que d'autres produits connus et en usage pour la fabrication du gaz pourraient être employés dans ce but à

moins de frais que notre huile. Néanmoins, cette branche de recherches est digne d'intérêts et devra fixer ultérieurement votre attention.

Distillation à haute température.

Les résultats de la distillation à une température réglée, dans un récipient en verre, nous fit penser qu'on obtiendrait dans un vase métallique, capable de supporter un degré élevé de chaleur, une proportion beaucoup plus considérable de produits utiles. Un alambic en cuivre de la contenance de cinq ou six gallons (22 à 25 litres) fut donc disposé, et muni d'une ouverture par laquelle on put introduire un thermomètre dans l'intérieur du récipient. On y versa 15 litres et demi (en poids, 15k.876) du produit brut, et l'on éleva rapidement la température à 280° C. environ, c'est-à-dire à une température un peu supérieure à celle que l'on avait atteinte en dernier lieu pendant la première distillation. A cette température élevée la distillation s'effectua assez rapidement et le produit fut facilement condensé sans serpentin. Le résultat de la première période fut 3k.685 (plus de 28 pour 100) d'une huile claire, très-faiblement colorée, et ayant une densité de 0.792. Ce produit était également acide et, comme dans le premier cas, on élimina facilement l'acide de l'huile en faisant bouillir celle-ci avec de l'eau pure. On poussa alors la chaleur un peu au-dessus de 300° C., et l'on obtint par cette seconde distillation 3k.487 d'une huile plus jaune et plus visqueuse, ayant une densité de 0.865. Cela représente plus de 43 pour 100 de la quantité totale. La température ayant été ensuite élevée au-dessus du point d'ébullition du mercure, fut continuée jusqu'à ce que la distillation eût donné 3k.820, ou plus de 31 pour 100 d'une huile brunâtre, possédant une forte odeur empyreumatique. En laissant reposer ce produit pendant un certain temps, on vit se déposer un sédiment noirâtre qui, bouilli avec de l'eau, perdit en grande partie sa mauvaise odeur et se convertit en un liquide moins coloré et parfaitement clair. (C'est avec un échantillon de ce produit qu'ont été faites les expériences photométriques.) La distillation suivante opérée à 371° C. donna 382 grammes d'un produit moins coloré et plus fluide que le dernier. Il devint alors nécessaire d'employer comme combustible du bois de noyer, afin d'avoir de la flamme et une chaleur suffisante pour extraire les produits que pouvait encore contenir le résidu restant dans l'alambic.

On remarquera que nous avons déjà rendu compte de 75 pour 100 de la totalité de l'huile minérale traitée. Il se produisit, dans tout le cours de l'opération, une perte de 10 pour 100, provenant en partie du résidu charbonneux qui resta dans l'alambic, et en partie des produits qui s'échappèrent inévitablement pendant les diverses distillations, par suite de la nécessité dans laquelle on se trouva d'enlever deux fois l'huile de l'alambic, pour changer les dispositions du thermomètre et se procurer les moyens de mesurer une température supérieure à celle qu'on avait d'abord observée.

Cette expérience se termina par la production d'environ 15 pour 100 d'une huile noire et lourde. Ce produit qui sortit lentement à une température d'environ 399° C. est plus épais et plus foncé que l'huile originelle; lorsqu'il est refroidi il est rempli d'une masse serrée de cristaux perlés. Ces cristaux constituent de la paraffine, produit particulier que l'on obtient d'un grand nombre de corps organiques par la distillation destructive. On peut séparer cette substance, et l'obtenir en un corps blanc, ressemblant à du beau blanc de baleine (spermaceti) avec lequel on fabrique de magnifiques bougies. L'huile dans laquelle flottent les cristaux est d'une couleur très-foncée, et offre par la lumière réfléchie une teinte d'un vert noirâtre, comme le produit brut originel. Quoique distillant à une température très-élevée, cette substance bout à un point qui ne diffère pas beaucoup de celui où entrent en ébullition les produits lourds de la première distillation. La paraffine qui abonde dans cette portion de l'huile n'existe pas toute formée dans le produit brut originel; mais elle est le résultat de la haute température employée dans la distillation, qui occasionne un nouvel arrangement des éléments de la matière.

Je ne suis pas en mesure de conseiller à la Compagnie, sans me livrer à d'autres recherches, la fabrication de ce produit à l'état pur, comme propre à la confection de bougies, car les procédés chimiques à employer sont un peu compliqués; mais je puis ajouter, dans tous les cas, qu'on pourrait augmenter d'une manière considérable la production de cette substance, par des moyens qu'il n'est pas nécessaire de mentionner pour le moment.

La paraffine tire son nom (*parum affinis*) de la propriété qu'elle a de ne pas se laisser altérer les agents chimiques les plus énergiques. Elle est blanche, grasse au toucher, et composée d'écailles brillantes. Elle fond à 44 degrés environ et bout à 370° C.; elle se dissout dans l'alcool bouillant et dans l'éther, et brûle à l'air avec une flamme brillante. On trouve dans la paraffine des proportions d'une huile très-volatile, l'*eupione*, qui bout à une température plus basse, et qui, par sa présence, rend difficile la détermination des points d'ébullition du mélange. Je crois qu'il sera important d'examiner, ce que je n'ai encore pu faire, s'il ne serait pas avantageux de traiter le dernier tiers et peut-être la seconde moitié du pétrole, de manière à en retirer la plus grande moitié possible de paraffine.

Le résultat de cette distillation graduée, à une haute température, a fourni plus de 90 pour 100 du produit brut total en une série d'huiles, jouissant de propriétés précieuses, qui permettent de les appliquer, non pas également il est vrai, à l'éclairage et à la lubrification.

Une seconde distillation d'une partie du produit que l'on obtient dans les dernières périodes du procédé (portion distillée à 265° C. et fortement colorée) nous donne une huile claire, d'une densité de 0.750, d'un jaune clair, et d'une faible odeur.

Il est bon d'ajouter que l'on obtient, par la première distillation, 50 pour 100 environ de l'huile brute dans un état propre à l'éclairage sans qu'on ait à faire subir au produit d'autre préparation que celle de le clarifier en le faisant bouillir quelques instants avec de l'eau.

Distillation par la vapeur surchauffée.

Me rappelant qu'avec l'aide de la vapeur surchauffée, à une température élevée, on effectue dans l'industrie un grand nombre de distillations qu'on ne pourrait accomplir aussi bien avec la chaleur sèche, j'ai pensé à appliquer cette méthode dans le cas des présentes recherches. Des exemples de ce mode de distillation se pratiquent aujourd'hui dans la fabrication des bougies stéariques, et dans la préparation de l'huile de résine. Je disposai donc mon alambic de manière à faire arriver un jet de vapeur dans le bouilleur et presque au fond du pétrole qui y était renfermé. Mais je ne pus réussir à injecter de la vapeur au-dessus de 108 à 115° C., et bien qu'elle produisît une distillation abondante, elle n'opéra pas la séparation des différents produits ; le liquide distillé, ressemblant au pétrole lui-même, était épais et trouble. Comme je ne fis cet essai qu'à la fin de mes recherches, il me fut impossible de le mener à bonne fin, surtout à cause du manque de vapeur à une température convenable. Néanmoins, je conseille à la Compagnie de profiter des expériences déjà faites à ce sujet et particulièrement de celles qui se rapportent à la distillation de l'huile de résine, produit qui offre beaucoup d'analogies avec le pétrole au point de vue de sa fabrication.

Emploi du naphte pour l'éclairage.

Beaucoup d'essais infructueux ont été faits dans le cours de ces recherches, et je crois inutile d'en rendre compte. Je ne relaterai, en conséquence, que les résultats de quelque valeur.

1° J'ai reconnu que la seule lampe où puisse brûler cette huile est la lampe à camphène (*essence de térébenthine rectifiée*), c'est-à-dire celle qui est munie d'un bouton pour former la flamme et d'un cône extérieur pour diriger le courant d'air; c'est la disposition de toutes les lampes destinées à brûler le camphène, l'huile de résine, le mélange connu dans ce pays sous le nom de *huile sylvique* (*Sylvic oil*) ? ou autres produits analogues.

2° Comme les produits distillés du pétrole sont presque ou tout à fait insolubles dans l'alcool, on ne peut les combiner avec ce corps pour former un mélange liquide propre à l'éclairage.

3° Par conséquent, le pétrole ne peut pas être employé dans une lampe portative, à mèche nue, parce qu'il y produit une fumée abominable. On ne peut pas non plus le brûler dans une lampe Carcel, parce qu'une partie de l'huile étant plus volatile que le reste, monte en vapeur sur la mèche élevée qu'exige cette lampe, et donne lieu ainsi à de la fumée.

J'ai reconnu que tous les produits de la distillation obtenus en vase de cuivre pouvaient parfaitement brûler dans la lampe à camphène, excepté la troisième ou quatrième partie, c'est-à-dire celle qui distille à 371° C. et au-dessus, et qui est épaissie par les cristaux de

paraffine. Purifiés de leur acidité par leur ébullition sur l'eau, les huiles de cette distillation ont brûlé pendant douze heures sans encroûter la mèche et sans fumer. On peut élever beaucoup la mèche au-dessus du niveau que demande le camphène, sans produire de la fumée, et l'huile ne paraît pas encrasser les tubes renfermant la mèche d'une croûte résineuse, comme cela se produit avec tant d'inconvénients dans l'éclairage au camphène. La lumière du naphte rectifié est pure, blanche et sans dégagement d'odeur. Sa consommation est plus de moitié moindre que celle du camphène ou huile de résine. Une lampe à camphène avec mèche de 25 millimètres brûla dans une heure 50 grammes de naphte rectifié. Une lampe Carcel avec mèche de 24 millimètres consume par heure 57 grammes de la meilleure huile de poisson. Une lampe *diamond light*, avec mèche de 36 millimètres, consomme par heure 114 grammes du liquide appelé huile sylvique? (*Sylvic oil.*)

J'ai soumis la lampe à pétrole à l'examen des lampistes les plus expérimentés que j'aie pu voir, et ils se sont accordés à reconnaître que la lampe brûlant ce liquide donne autant de lumière qu'auune de celles qu'ils connaissent, que cette huile offre une grande économie, et que la régularité de sa lumière est supérieure à celle du camphène, car elle peut brûler douze heures sans diminution considérable et sans fumée. Cependant, je désirais me rendre compte de la quantité de lumière produite, d'une manière plus précise, et ne pas m'en tenir, à cet égard, aux opinions que j'avais recueillies. Je procédai donc, avec votre approbation, à la construction d'un *photomètre*, ou appareil pour mesurer la lumière, sur un plan perfectionné. MM. Grunow, artistes savants de cette ville, entreprirent la construction de cet appareil, et la réalisèrent à mon entière satisfaction. J'en donnerai ailleurs la description et n'ai à m'occuper ici que des résultats intéressants qu'il m'a fournis. Il m'a permis de comparer la lumière du pétrole avec celle de tous les modes les plus importants d'éclairage artificiel. Voici la récapitulation succincte de ces résultats.

Expériences photométriques.

L'unité adoptée pour la comparaison des intensités de lumière fut la bougie de blanc de baleine de Judd.

L'huile de poisson employée sortait de la fabrique d'Eward Molt Robinson, de New Bedford; elle était de qualité supérieure et restait fluide à 0 degré. L'huile de colza et les lampes Carcel furent fournies par Dardonville, lampiste, Broadway, New-York.

Le gaz dont on se servit provenait de la *New Haven Gas Light et Comp.*, était fabriqué avec la meilleure houille de Newcastle, et présentait une qualité moyenne excellente.

La distance entre la bougie type et la lumière dont on cherchait à déterminer l'intensité fut constamment de 3m.80. Le photomètre était disposé de façon qu'on pût lire sur l'échelle graduée le rapport entre les deux lumières, chaque fois qu'il y avait égalité d'éclairage. Je citerai seulement des exemples des résultats moyens, et avec aussi peu de détails que possible; mais je constaterai que la marche du photomètre fut si satisfaisante que l'on obtint toujours les mêmes chiffres, tous les soirs, chaque fois qu'on opéra de la même manière, et que la sensibilité de l'appareil se montra telle qu'on s'aperçut immédiatement de son changement de position de quelques millimètres dans l'éclairage comparatif des deux disques égaux de lumière dans la chambre noire. C'est là, je crois, un degré de perfection qu'on n'avait pas encore obtenu avec un photomètre.

TABLEAU DU POUVOIR ÉCLAIRANT DES DIVERSES LUMIÈRES ARTIFICIELLES COMPARÉES AVEC CELLE DE LA BOUGIE BREVETÉE DE JUDD, PRISE POUR UNITÉ.

Source des lumières.		Rapport avec la bougie — 1.
Gaz brûlant avec becs écossais en queue de poisson	112 litres à l'heure.	1 : 5.4
— — —	168 —	1 : 7.55
— Cornelius —	168 —	1 : 6.2
— Argand anglais	280 —	1 : 16
Huile minérale (pétrole) brûlant dans une lampe à camphène, à mèche de 0m.025, consumant 50 grammes de liquide à l'heure		1 : 8.1
Lampe mécanique Carcel, brûlant 56 grammes d'huile de poisson, qualité supérieure, mèche 0m.024		1 : 7.5
Lampe Carcel, mèche 0m.024, huile de colza (même consommation d'huile)		1 : 7.5
Lampe à camphène (même dimension que la lampe à pétrole ci-dessus), brûlant 113gr.5 de liquide à l'heure		1 : 11
Lampe *diamond light*, *avec huile sylvique?* mèche 0m.036, brûlant 113gr.5 de liquide à l'heure.		1 : 8.1

On voit, par ce tableau, que la lampe à pétrole possède un pouvoir éclairant un peu supérieur à celui de la lampe Carcel de même grandeur qui brûle l'huile la plus coûteuse. Son pouvoir éclairant est aussi égal à celui d'une lampe *diamond ligth* d'une puissance une fois et demie plus grande, et il est par conséquent supérieur à celui d'une lampe du même genre, d'une puissance égale. La lampe à camphène paraît la surpasser d'un cinquième, mais, d'un autre côté, le pétrole est moitié plus économique que le camphène, car il se consume moitié moins vite et brûle avec plus d'uniformité. Comparé avec l'huile sylvique et l'huile de poisson, le pétrole a donné sur le diaphragme en verre dépoli un disque plus blanc de lumière, tandis que celui du camphène était plus blanc que celui du pétrole. On avait compensé, dans l'opération photométrique, par l'emploi d'écrans en verre de différentes teintes, toutes les inégalités de *couleur*, de manière à pouvoir comparer très-exactement les intensités de lumière. Pour comparer entre eux les prix de ces divers fluides. il faudrait connaître la valeur de chacun d'eux, et elle varie beaucoup suivant les endroits. Ainsi, les 28 mètres cubes de gaz coûtent 4 dollars à New-Haven, 3.50 à New-York, 2 à Philadelphie et à peu près autant à Boston.

L'huile de poisson dont je me suis servi valait, les 4 litres et demi, 2,50 dollars; celle de colza environ 2 dollars; l'huile sylvique 50 cents et le camphène 68 cents. Le pétrole rectifié n'avait pas de prix fixe.

Je ne puis m'empêcher d'exprimer la satisfaction que m'ont fait éprouver les résultats de ces expériences photométriques, car ils ont fait reconnaître dans l'huile de votre Compagnie une valeur, comme produit éclairant, beaucoup plus grande que je n'osais l'espérer.

Emploi du pétrole pour lubrifier les machines.

Une portion de l'huile rectifiée a été envoyée à Boston pour y être expérimentée sur un appareil d'essai, mais j'ai le regret de dire que les résultats ne m'ont pas été encore communiqués. Comme cette huile ne devient à l'air ni visqueuse, ni acide, ni rance, et qu'elle jouit en outre d'une résistance étonnante au froid le plus rigoureux, elle possède par cela même les qualités importantes d'une matière lubrifiante.

CONCLUSION.

Pour conclure, Messieurs, je pense que votre Compagnie doit trouver un grand encouragement dans la certitude qu'elle a d'avoir en sa possession une matière première avec laquelle on peut fabriquer, par des moyens simples et peu coûteux, des produits d'une grande valeur.

Il est digne de remarque que mes expériences prouvent que la *totalité* du produit brut peut être manufacturé sans déchet, et qu'il suffit pour cela d'employer un procédé bien conduit qui est, dans la pratique, un des procédés les plus simples de la chimie.

J'aurais encore à vous présenter quelques idées d'une nature pratique, concernant l'économie de votre manufacture, et je serai heureux de vous les exposer, si la Compagnie le désire, lorsque vous serez prêts à commencer vos opérations. — En attendant je reste, Messieurs, votre obéissant serviteur. (*The American Chemist.*)

DE L'ACONITINE CRISTALLISÉE.

Par M. DUQUESNEL, pharmacien.

La proposition que vient de faire M. Boudet (1) à l'Académie de médecine, dans sa séance du 7 mai dernier, de faire une addition au *Codex* afin de donner de nouvelles formules des

(1) L'aconitine et la digitaline sont toutes deux, dit M. Boudet, inscrites au *Codex* français, où se trouvent soigneusement exposés leurs procédés de préparation, leurs caractères et l'une des formes sous lesquelles elles peuvent être employées en médecine, la forme de granules.

A l'époque de la publication du *Codex*, en 1866, l'aconitine, procédé Hottot, et la digitaline, procédé Homolle et Quevenne, étaient les deux produits qui offraient le plus de garanties au point de vue chimique et

deux alcaloïdes obtenus récemment à l'état de grande pureté, la digitaline par M. Nativelle, et l'aconitine par M. Duquesnel, en échange des anciennes formules données au *Codex* de 1866, avec les alcaloïdes tels qu'on les avait à cette époque, nous engage à revenir sur le mémoire de M. Duquesnel, dont nous n'avions fait qu'un résumé très-succinct à l'époque de son apparition. Dr Q.

Il existe, dit M. Duquesnel, de nombreux travaux sur l'aconit et son principe actif, l'aconitine. Parmi les chimistes qui ont étudié cette question, nous citerons :

Steinacher, en 1808, qui attribue les propriétés actives de l'aconit à un principe volatil.

Brandes, en 1819, qui retire de l'aconit une substance ayant l'aspect d'un extrait et qu'il nomme *aconitin*.

Hesse, en 1833, qui présente le principe actif comme un alcaloïde non volatil, incristallisable, très-vénéneux, qu'il nomme *aconitine*.

Puis Geiger, Berthemot, Stahlschmidt, qui donnent une formule de l'aconitine, Morson (l'auteur écrit Marson ; nous pensons que c'est Morson qu'il a voulu dire) et Planta, etc..... ; ce dernier purifie, à l'aide des dissolvants, l'aconitine plus ou moins impure, et donne une analyse d'une aconitine ainsi purifiée.

Citons enfin les travaux plus récents de MM. Hottot et Liégeois (1863), et enfin ceux de M. Grove, présentés, en 1866, au congrès de Nottingham.

Tous ces travaux tendent à modifier les procédés d'extraction de l'aconitine en vue d'obtenir, sans toutefois atteindre le but, un produit plus pur et cristallisé.

Dans sa thèse pour le doctorat (1863), M. Hottot propose un procédé qui a été adopté par la commission du *Codex*, pour la préparation de l'aconitine, procédé qui, de l'aveu de l'auteur, donne comme les autres un alcaloïde amorphe et formé des sels incristallisables.

Il prouve, en outre, que les cristaux volumineux obtenus par M. Morson, à la suite de trois cristallisations successives, possèdent une énergie moindre que son aconitine (Hottot) et que ce n'est pas l'aconitine. M. Morson lui donne le nom de *napelline*.

Seul, M. Grove paraît avoir obtenu une substance cristallisable ; mais le procédé fort compliqué qu'il emploie, et auquel je n'ai fait aucun emprunt, ne doit pas donner d'excellents résultats, puisque, ni en France ni ailleurs, il n'a été adopté par les fabricants de produits chimiques.

Le principe actif de l'aconit napel est un alcaloïde cristallisable, auquel je donne le nom d'*aconitine cristallisée*, pour le distinguer des substances connues jusqu'à présent sous le nom

---

médical ; ce n'étaient pas des corps cristallisés et d'une pureté certaine, ils étaient seulement les plus dignes de préférence, et les auteurs de la pharmacopée française ont dû les adopter. Mais, à côté d'eux, on trouvait déjà dans le commerce des produits pharmaceutiques, deux aconitines et deux digitalines qui, fabriquées l'une en Angleterre par Morson, l'autre en Allemagne par Merck (de Darmstadt), commençaient à être importées en France en quantité assez considérable.

Ces produits sont-ils de même nature que l'aconitine Hottot, que l'aconitine du *Codex?* Non, malheureusement ; l'aconitine anglaise fournie par l'*Aconitum ferox* est, d'après les auteurs de la pharmacopée française, beaucoup moins active que celle de Hottot qui provient de l'aconit napel, et l'aconitine anglaise préparée par Morson est moins active elle-même que l'aconitine allemande. Il en est de même pour la digitaline

Donc, aujourd'hui, sans parler encore des produits nouveaux qui ont été présentés à l'Académie dans ces derniers temps, il existe trois aconitines distinctes et trois digitalines différentes, suivant leur origine française, anglaise ou allemande, et toutes trois sont fournies à la médecine.

Aujourd'hui donc que MM. Duquesnel et Nativelle sont parvenus à obtenir deux produits longtemps recherchés sans succès, l'aconitine et la digitaline pures et cristallisées, et à doter ainsi l'art de guérir de deux médicaments parfaitement définis, dont la fidélité ne doit plus être mise en doute, je viens proposer à l'Académie de nommer une commission qui aurait pour but :

1° D'établir les formules légales de l'aconitine, de la digitaline et des autres alcaloïdes qu'elle jugerait à propos de comprendre dans ses études ;

2° De déterminer et de décrire les diverses formes sous lesquelles ces médicaments devront être employés.

Après une discussion où MM. Bussy et Gubler ont proposé de s'en tenir au *statu quo*, une commission composée de MM. Vulpian, Gubler, Buignet, Marotte et Boudet, a été nommée selon le désir de M. Boudet.

(*Bulletin de l'Académie*, p. 346, n° du 7 mai 1872.)

d'*aconitine*, substances d'origine différente, dont l'énergie et par conséquent la valeur thérapeutique varient avec la provenance.

Pour préparer l'aconitine cristallisée, on épuise par l'alcool très-concentré de la racine d'aconit *convenablement choisie* et pulvérisée, en l'additionnant de $\frac{1}{100}$ d'acide tartrique.

On distille, à l'abri du contact de l'air et à une température ne dépassant pas 60 degrés, les liqueurs alcooliques, de façon à en extraire tout l'alcool; on reprend l'extrait par l'eau pour précipiter toutes les matières grasses et résineuses que l'alcool a entraînées.

La solution aqueuse, qui renferme toute l'aconitine à l'état de tartrate acide, est d'abord agitée avec de l'éther qui enlève des matières colorantes; une addition, jusqu'à cessation d'effervescence, de bicarbonate alcalin, met l'alcaloïde en liberté. Un nouveau traitement par l'éther de cette solution alcaline enlève l'alcaloïde, qui cristallise par la concentration des liqueurs éthérées, auxquelles on a ajouté de l'éther de pétrole (essence légère de pétrole).

L'aconitine cristallisée se présente sous la forme de tables incolores, rhombiques ou hexagonales, par suite de modifications qui se produisent principalement sur les angles aigus.

C'est un alcoloïde azoté qui a pour formule

$$C^{54}H^{40}AzO^{2},$$

correspondant à la composition centésimale suivante :

Carbone	60.21
Hydrogène	7.44
Azote	2.61
Oxygène	29.74
	100.00

De zéro à 100 degrés, avec ou sans la présence de l'eau, la chaleur n'a pas d'action immédiate sur l'aconitine, ni sur les sels qu'elle forme avec les acides minéraux.

Soumise à une température de 100 degrés, au contact de l'air et au sein de sa propre liqueur extractive, elle disparaît en partie et quelquefois totalement en très-peu de temps.

La constitution chimique de l'aconitine paraît devoir se rapprocher de celle des glucosides, produit naturel se rencontrant fréquemment dans le règne végétal, et qui ont la propriété de se dédoubler sous l'influence de certains agents, le plus souvent de ferments propres, en glucose ou un isomère d'une part, et d'autre part en une matière variable, suivant les cas. Ainsi, on pourrait expliquer les altérations spontanées de certaines préparations pharmaceutiques d'aconit qui, sous des influences indéterminées, perdent tout ou partie de leurs propriétés.

L'aconitine cristallisée est à peu près insoluble dans l'eau, même à 100 degrés. Lorsqu'on ajoute une goutte d'acide à l'eau qui la tient en suspension, elle se dissout presque immédiatement à la température ordinaire.

Elle n'est pas volatile, même au delà de 100 degrés; à partir de 130 degrés, elle se décompose et paraît se volatiliser en partie.

Précipitée d'une solution saline par un alcali, elle est amorphe, pulvérulente, blanche et très-légère. Sous cet état elle renferme de l'eau d'hydratation qu'elle perd à 100 degrés sans changer d'aspect.

L'aconitine est *soluble* dans l'alcool, l'éther, la benzine, et surtout le chloroforme; *insoluble* dans la glycérine des huiles de pétrole, lourdes et légères.

Elle dévie à gauche le plan de polarisation.

Sa réaction est faiblement alcaline. Elle se combine aux acides et forme avec la plupart des sels qui cristallisent facilement. L'azotate est remarquable par sa facile préparation et le volume de ses cristaux. En présence d'un excès d'acide carbonique elle se dissout facilement dans l'eau, mais reprend peu à peu sa forme cristalline lorsque l'acide carbonique s'échappe spontanément de la liqueur.

L'acide phosphorique, le tannin, l'iodure de potassium ioduré et l'iodure double de mercure et de potassium sont les réactifs les plus sensibles de l'aconitine; mais, pour la caractériser absolument et se prononcer avec certitude sur sa nature, il faut avoir recours à l'expérimentation physiologique.

La plus petite quantité de cet alcoloïde ou d'un de ses sels, ou bien encore d'une préparation pharmaceutique active de l'aconit, c'est-à-dire contenant de l'aconitine, détermine sur la langue, au bout de quelques minutes, une sensation de fourmillement *caractéristique* et de picotement analogue à celui que produit la racine de pyrèthre.

L'aconitine cristallisée est un des poisons les plus actifs du règne végétal. Pour la rechercher dans un cas d'empoisonnement, il faut employer la dialyse d'abord, puis le procédé de Stas, en s'entourant, pour l'extraire des matières soumises à l'analyse, de toutes les précautions qu'exigent une substance quelquefois si altérable, et qui peut, à si faible dose, occasionner la mort.

DES PRÉPARATIONS D'ACONIT.

Les préparations d'aconit sont souvent inertes et généralement infidèles. L'analyse, basée sur la quantité d'aconitine qu'elles renferment, vient à l'appui des observations de différents auteurs.

Les préparations les plus actives, les plus sûres et les plus constantes dans leur effet sont celles qui ont pour base la racine sauvage, convenablement choisie, c'est-à-dire une racine à cassure fibreuse ou mieux cornée, mais jamais amylacée et spongieuse.

On doit se borner à l'emploi de la teinture et de l'extrait alcoolique qui contiennent la totalité des principes actifs.

A la dose de 1, 2, 3 centigrammes au plus, dans les vingt-quatre heures, l'extrait alcoolique d'aconit produit sous forme de pilules ou de sirop des effets appréciables et donne des résultats thérapeutiques certains (Hirtz). La racine d'aconit napel contient des quantités d'aconitine variable de 60 centigrammes et même de zéro à 4 grammes par kilogramme.

Le moyen de parer à la variabilité des préparations d'aconit est, d'après différents auteurs et moi :

1° D'employer l'aconit napel qui est suffisamment actif;

2° De prescrire l'emploi des feuilles;

3° De donner la préférence à la racine de la plante sauvage *convenablement choisie;*

4° D'employer, à l'exclusion des autres préparations, la teinture et l'extrait alcoolique de ces racines, préparations qui se prêtent à toutes les formes pharmaceutiques et que l'on devra préparer d'après les formules suivantes :

Teinture. — Pr. :	Racine d'aconit napel *convenablement choisie.*	1 gramme.
	Alcool à 90 degrés........................	5 —

Pulvérisez finement la racine à l'aide d'un mortier et d'un tamis couverts ; faites-la macérer dans l'alcool pendant huit jours, en agitant souvent. Passez avec expression et filtrez.

5 grammes de teinture représentent environ 1 gramme de racine.

5 grammes de teinture représentent environ 20 centigrammes d'extrait alcoolique de racine.

Extrait. — Le procédé indiqué par le savant et regretté pharmacien de Strasbourg, M. Hepp, consiste à faire un premier extrait par l'alcool à 65 degrés et à le reprendre par l'alcool à 80 degrés, pour en séparer toutes les matières gommeuses, albuminoïdes, qui en facilitent la prompte altération.

L'aconitine et ses sels étant très-solubles dans l'alcool fort, nous croyons pouvoir modifier cette double préparation en la réduisant à une opération unique. Voici le procédé que nous proposons :

Pr. :	Poudre de racine d'aconit *choisie.*	Q. V.
	Alcool à 90 degrés..............	Q. S.

pour épuiser l'aconit par trois macérations successives de trois jours, avec expression du résidu après chaque macération.

Les liqueurs réunies et filtrées sont distillées lentement au bain-marie et évaporées, autant que possible, à l'abri du contact de l'air et à une température ne dépassant pas 60 degrés, en consistance d'extrait dur.

1 kilogramme de racine d'aconit produit de 160 à 180 grammes d'extrait, soit 15 à 20 pour 100.

Cet extrait, qui attire facilement l'humidité, est d'un jaune marron, d'une odeur faible,

mais *sui generis*, et non vireuse. Déposé en quantité excessivement minime sur la langue, il y détermine le fourmillement et le picotement caractéristiques.

L'extrait ainsi préparé est doué de propriétés énergiques et s'emploie à la dose de 1 à 2 *centigrammes* (quantité qui correspond à 2 ou 4 dixièmes de milligramme d'aconitine cristallisée) et jusqu'à 3 *centigrammes* répartis sur les vingt-quatre heures.

A cette dose, il donne des effets physiologiques appréciables et des résultats thérapeutiques certains.

Pour la médication interne, nous aurons donc :

1° La *teinture*, dont 1 gramme représente 3 à 4 centigrammes d'extrait alcoolique, mais dont l'emploi peut avoir l'inconvénient d'occasionner dans la bouche et à la gorge des fourmillements et des picotements désagréables;

2° L'*extrait alcoolique*, en pilules de 1 centigramme, ou bien sous la forme d'un sirop d'après la formule suivante :

Extrait alcoolique de racine d'aconit.	0gr.10
Sirop simple........................	200 grammes.

Mêlez à froid.

Sirop dont chaque cuillerée à bouche (de 20 grammes) représentera 1 centigramme d'extrait.

Pour la médication externe, nous proposerons :

1° L'extrait alcoolique, sous forme de pommade, de glycéré ou de glycérolé ;

2° La teinture pure ou mélangée d'huile, ou mieux de glycérine.

Et nous terminerons cette étude des préparations pharmaceutiques de l'aconit en répétant encore aux praticiens de la médecine et de la pharmacie, comme différents auteurs l'ont déjà fait, que le moyen de parer à la variabilité des préparations d'aconit est :

1° D'employer l'aconit napel;

2° De proscrire l'emploi des feuilles;

3° De donner la préférence à la racine de la plante sauvage, *convenablement choisie*, comme nous l'indiquerons;

4° D'employer, à l'exclusion des autres préparations, la teinture et l'extrait alcoolique de ces racines, préparations qui se prêtent à toutes les formes pharmaceutiques.

Tous les pharmacologistes s'accordent à reconnaître que la racine est la partie la plus active de l'aconit; nous l'avons constaté comme eux, et, avant de terminer cet exposé de nos recherches, nous voulons faire connaître les caractères de cette racine, considérée comme matière première, dont le choix judicieux et trop souvent négligé est d'une grande importance, non plus, comme le quinquina, l'opium, etc., à cause de la valeur commerciale, mais, ce qui est beaucoup plus important, au point de vue de la valeur thérapeutique, qui devrait toujours être mise en première ligne.

Nous croyons devoir insister tout particulièrement sur ce point, parce que nous arriverons ainsi à n'employer que des racines contenant de l'aconitine dans une certaine proportion, à peu près constante, c'est-à-dire actives, qui nous fourniront des préparations pharmaceutiques d'une valeur réelle et incontestable, contrairement à ce qui a lieu le plus souvent.

L'aconit napel (*aconitum napellus*) appartient à la famille des renonculacées et au genre aconit, qui comprend différentes autres espèces employées en médecine, peu connues en France, et dont nous nous bornerons à citer les principales :

1° Aconit féroce (*aconitum ferox*), découvert dans l'Inde par Wallick; il croît principalement sur les sommets de l'Himalaya, et c'est lui qui fournit aux Indiens leur poison célèbre, le bikh ou bish.

L'aconit féroce est le plus actif du genre, non parce qu'il renferme un principe plus énergique que l'aconitine, mais parce qu'il en contient une plus grande proportion que les autres espèces, l'analyse nous ayant permis de retrouver dans cette racine l'aconitine cristallisée avec sa forme ordinaire et ses propriétés;

2° Aconit anthore (*aconitum anthora*, L.), moins actif que les autres;

3° Aconit tue-loup (*aconitum lycoctonum*), racine très-active et peu employée;

4° Aconit napel (*aconitum napellus*, L.), employé en France à l'exclusion de tous les autres; le climat, la culture, l'âge et le mode de récolte ont une grande influence sur ses propriétés.

Les sols pierreux et l'état sauvage dans un pays de montagnes sont les conditions les plus favorables au développement de son principe actif.

L'aconit qui vient dans le Midi est beaucoup plus actif que dans le Nord, où, d'après Linné, les Norwégiens et les Lapons peuvent impunément se nourrir de ses jeunes pousses.

Toutes les parties de la plante contiennent de l'aconitine, mais les semences moins que les feuilles, et celles-ci moins que les racines. Par la dessiccation, les feuilles semblent perdre une grande partie de leurs propriétés, tandis que les racines les conservent beaucoup mieux.

Lorsqu'on examine attentivement différents échantillons de racine sèche d'aconit napel, on voit qu'ils peuvent être rangés dans les trois catégories suivantes :

1° Racine sèche, irrégulière, à cassure cornée et jaunâtre, se rapprochant beaucoup de la racine d'aconit féroce ; une très-petite quantité écrasée sur la langue y détermine le fourmillement caractéristique. Elle est extrêmement active et contient, par conséquent, la plus forte proportion d'aconitine ; mais elle est rare.

2° Racine de même aspect que la précédente, mais ne présentant intérieurement la structure cornée qu'en quelques points des couches périphériques, dont les autres parties sont formées d'une substance fibreuse qui est d'un jaune plus ou moins grisâtre.

Le centre de la racine est occupé par une substance blanchâtre amylacée, d'autant moins abondante que la racine est plus active, ou quelquefois tout à fait vide par suite du retrait des parties centrales, rapprochées par la dessiccation des parties périphériques.

Cette racine est moins active que la précédente, mais une très-petite quantité permet cependant de vérifier les effets organoleptiques de l'aconitine.

3° Racine renflée, méritant plus que les autres le nom de *napiforme*, à surface lisse et marquée de points blanchâtres qui sont les cicatrices des radicules.

Extérieurement, elle offre la même couleur que les précédentes, mais elle est formée intérieurement d'une substance légère, blanchâtre, amylacée, homogène et bien différente de celle qui constitue les deux premières sortes.

Ses effets organoleptiques (si prononcés avec les deux premières sortes) sont nuls ou à peu près.

De ces trois sortes, il faut choisir la seconde, très-active et régulièrement active, commune dans certains pays, les Vosges, par exemple, ou la Suisse, et qui, à défaut de la première, beaucoup trop rare, renferme, ainsi que nous avons pu le constater dans les essais variés que nous avons faits, la quantité la plus considérable d'aconitine.

Quant à la troisième sorte, qui se rencontre principalement dans les racines d'aconit cultivé, elle doit être absolument rejetée ; car elle ne contient que de faibles traces d'aconitine, ainsi que le prouve l'analyse ou plus simplement la mastication d'un très-petit morceau, qui ne donne pas lieu à la sensation caractéristique de fourmillement.

Pour ne pas nous étendre d'avantage sur ce sujet, un peu étranger peut-être à la chimie, mais très-important au point de vue des applications à la médecine et à la pharmacie, nous nous résumerons en disant que, pour obtenir des préparations d'aconit actives, nous devrons nous adresser à une matière première reconnue active elle-même, comme on le fait pour tous les médicaments d'une valeur thérapeutique incontestable, c'est-à-dire *à une racine convenablement choisie*, qui sera la seconde sorte que nous avons décrite.

LES POISONS INDIENS.

Par P.-A. Simpson, M. D.,

Professeur de droit médical à l'Université andersonnienne.

Conférence faite à la Société pharmaceutique de Glasgow.

En cherchant de quoi je pourrais bien vous entretenir aujourd'hui, j'ai été frappé de la multiplicité des sujets intéressants qui s'offraient à moi ; chaque drogue simple pouvait

fournir la matière d'une longue conférence. Il pourra donc vous paraître étrange que je vous parle, non pas d'une seule substance, mais de toute une classe de substances, originaires d'un pays d'une étendue vingt fois aussi considérable que celle de la Grande-Bretagne et dont la population est égale à vingt fois la nôtre. Je veux parler des Indes, et je me propose d'appeler votre attention sur les substances qui y sont employées comme poisons. Si j'ai choisi ce sujet, c'est en partie parce que cette étude est chez nous un peu négligée et qu'il y a quelques années je me suis beaucoup occupé des substances toxiques.

Sans chercher à donner du mot *poison* une définition rigoureusement scientifique, on peut dire qu'il comprend *toutes les substances qui, introduites dans l'économie, soit par l'absorption cutanée, soit par la respiration, soit enfin par le canal digestif, agissent d'une manière nuisible sur les propriétés vitales ou sur la texture des organes.*

Il existe des poisons dans les trois règnes de la nature; ceux qui sont fournis par les animaux prennent généralement le nom de *venins*, ceux qui résultent d'une maladie sont appelés *virus.* Dans le langage ordinaire le mot *poison* ne s'applique qu'aux substances délétères fournies par le règne minéral et le règne végétal. Orfila a divisé les poisons en quatre classes :

1° *Poisons âcres, irritants, corrosifs ou escharotiques*, tels sont les acides et les alcalis concentrés; les composés du mercure, de l'arsenic, du cuivre et de l'antimoine; les cantharides, etc.;

2° *Poisons narcotiques*; ils agissent particulièrement sur le cerveau, mais sans produire d'inflammation des organes; la jusquiame, l'opium, appartiennent à cette classe.

3° *Poisons narcotico-âcres*, qui agissent sut le cerveau ou la moelle épinière ou sur tous les deux, mais qui en même temps irritent les parties sur lesquelles on les applique, comme l'aconit, la belladone.

4° *Poisons septiques ou putrides*, produits par le règne animal.

La plupart des poisons en usage dans les Indes appartiennent à la deuxième et à la troisième classe de cette classification et sont fournis par le règne végétal. L'abondance avec laquelle une foule de plantes vénéneuses croissent dans l'atmosphère humide et chaude du Bengale et la liberté avec laquelle les substances les plus toxiques sont vendues dans tous les bazars, viennent s'ajouter à l'habitude de fumer le haschish et de manger l'opium pour expliquer la fréquence des empoisonnements, chez un peuple timide qui, excepté lorsqu'il est dans un grand état d'excitation, préfère toujours pour accomplir un crime la trahison à la violence. Il est certain que sous la dynastie musulmane l'empoisonnement était une des atrocités criminelles les plus fréquentes. Pour terminer un grand conflit politique, pour se défaire d'un ministre obstiné, ou d'un homme d'État intrigant, on avait recours au *datoora* ou pomme épineuse, capable d'amener graduellement à une imbécillité complète l'intelligence la plus claire, et à l'arsenic, qui agissait plus rapidement sans que les docteurs du pays pussent distinguer ses effets de ceux du choléra, maladie des plus communes dans ces contrées. Ces substances semblent avoir été employées avec autant de succès que la plupart des poisons de nos jours. On trouve dans les anciennes chroniques du pays les signes auxquels on reconnaissait un empoisonneur; ces caractères très-remarquables, quoique peu d'accord avec nos idées modernes, sont les suivants : « L'empoisonneur ne répond pas ou ne répond qu'évasivement aux questions qu'on lui pose; il divague, il frotte le sol de son gros orteil et frissonne; sa face est décolorée, il se gratte la tête avec les doigts, et cherche par tous les moyens possibles à sortir de l'endroit où il se trouve. Quant aux aliments suspects, il faut selon ces mêmes instructions, en donner à manger d'abord à certains animaux, et, s'ils meurent, s'abstenir d'en faire usage. »

Certains poisons, ainsi que des substances tout à fait inoffensives, sont souvent employés aux Indes comme *philtres* ou aphrodisiaques. L'art de préparer ces potions d'amour et autres mixtures puissantes capables de produire sur le corps ou sur l'esprit des effets magiques, est aussi florissant aujourd'hui dans les Indes qu'il l'a jamais été chez les Grecs et les Romains. Il est pratiqué le plus souvent par des femmes jalouses, ou des amoureux désespérés de l'un ou de l'autre sexe, dans le but de captiver l'affection ou d'infatuer et d'asservir l'objet de leurs vœux. Mais il a aussi souvent pour but de produire la maladie, la mort ou la folie, et, que le mobile qui le fait employer soit l'amour ou la haine, il est toujours intimement lié à une con-

naissance réelle de la médecine, qui a servi à cacher bien des empoisonnements. Il nous manque une liste complète et raisonnée de tous les poisons végétaux que l'on vend dans les bazars de l'Inde, surtout de ceux que l'on emploie à la destruction de la vie humaine, et des indications physiologiques sur l'action de beaucoup d'entre eux. Le fait curieux que les empoisonnements se font le plus souvent au moyen des poisons végétaux s'explique par cette croyance accréditée chez les marchands de drogues, que l'on peut toujours déceler les poisons minéraux, tandis que les matières végétales ne peuvent être reconnues par aucun des procédés d'analyse des chimistes européens. La fréquence dans les Indes de ces empoisonnements par les substances végétales détermina, il y a quelques années, le gouvernement à faire faire une enquête sur ce sujet et l'on put dresser une liste de trente-six substances végétales employées comme poisons. Dans ces dernières années, l'accroissement du nombre de drogueries indigènes et l'importation aux Indes des produits chimiques européens, ont provoqué occasionnellement des empoisonnements par le sulfate de zinc, l'acide prussique, la strychnine, le cyanure de potassium, le chlorure de cadmium, la belladone, etc., mais l'empoisonnement par ces substances doit être considéré comme tout à fait exceptionnel et plus souvent le résultat d'un accident que d'une intention criminelle.

Quoique le nombre des poisons en usage dans les Indes soit très-grand, les plus populaires, si l'on peut s'exprimer ainsi, sont en petit nombre et on peut en dresser le tableau suivant :

1° Combinaisons arsenicales..	Employés pour l'assassinat et le suicide.
Aconit....................	
Noix vomique.............	
Opium....................	
Lall chitra	
Oleander	
2° Datoorah et gungah.......	Pour produire l'ivresse, etc., mais peut-être pas pour produire la mort.
3° Lall chitra...............	Pour l'avortement.
4° Sulfate de cuivre	Donnés comme médicaments à des doses vénéneuses.
Arsenic..................	
Venin des serpents........	

Je me propose de vous entretenir de quelques-uns de ces poisons, mais le temps qui m'est accordé me forcera à être bref.

Je parlerai d'abord de l'arsenic. L'acide arsénieux et les sulfures d'arsenic sont importés aux Indes en grandes quantités. La plus grande partie de l'arsenic blanc est apportée à Calcutta par des vaisseaux arabes, le reste vient d'Europe ; l'arsenic jaune vient d'Oude, une variété plus grossière de cette même substance est importée en grande quantité de Ranzoon, et se répand en abondance dans l'intérieur du pays. L'arsenic rouge vient aussi du territoire d'Oude et est originaire de Chine. On vend à présent dans les Indes l'arsenic blanc 0 fr. 90 la livre anglaise, l'arsenic rouge 1 fr. 50, l'arsenic jaune de Rangoon 1 fr. 50, et celui de Oude 3 francs. Les registres de la douane de Calcutta révèlent ce fait curieux, que tandis qu'à présent l'importation des différentes sortes d'arsenic dans l'Inde est la même qu'il y a 15 ans (c'est-à-dire 125 tonnes par an), à certaines années, pendant cet intervalle, elle est tombée jusqu'à 20 et 15 tonnes. L'arsenic trouve dans les Indes une foule d'emplois légitimes : Par exemple on en jette de grandes quantités dans la cale des navires pour empêcher la putréfaction. Avant d'enfoncer dans un sol humide les poutres qui doivent servir de base à une construction, on les entoure d'une couche d'arsenic. On emploie une grande quantité d'arsenic blanc pour en imprégner les murs des habitations et les poutres des toits, afin d'éloigner les fourmis blanches, les punaises et autres insectes. On peut se procurer cette substance à très-bas prix dans tous les bazars. Un acheteur n'a qu'à dire qu'il a l'habitude de manger de l'arsenic ou qu'il en a besoin pour tuer des rats, on lui en donnera tant qu'il voudra. Il est curieux que cette manière de se procurer du poison sous le prétexte de détruire des rats se soit maintenue depuis le XIVe siècle non-seulement en Europe, mais encore dans l'Inde.

Les Indiens emploient l'arsenic dans différentes maladies. C'est ainsi qu'ils s'en servent sans distinction contre toutes les fièvres. Il est employé aussi comme aphrodisiaque, et contre

les rhumatismes, la goutte et la syphilis, ainsi que d'une manière générale dans le traitement des maladies de la peau.

Les Indiens mangeurs d'opium abandonnent quelquefois cette substance pour la remplacer par de l'arsenic, et il est curieux qu'ils s'accoutument aisément à l'usage de cette nouvelle drogue et à la privation de l'autre.

Les cas d'empoisonnement par l'arsenic semblent être beaucoup moins nombreux dans les Indes qu'en Angleterre. De 1855 à 1870, les autorités de Calcutta eurent à juger 211 cas d'empoisonnement arsenical. Ce nombre équivaut à 14 cas par an. En Angleterre, le nombre des cas de mort par l'arsenic s'est élevé jusqu'à 19 par an, il est aujourd'hui de 17. Il est très-probable que pour les Indes, les chiffres donnés ne représentent pas l'importance réelle de l'arsenic comme poison. Quand un indigène emploie l'arsenic dans une intention criminelle, il en donne en général à sa victime de quoi tuer une douzaine de personnes, et il en résulte le plus souvent qu'il se produit des vomissements immédiats et que le poison est éliminé avant d'avoir pu être absorbé par l'économie. Dans la plupart des cas dont on a connaissance, les criminels déclarent que leur victime est morte du choléra. Le grand abattement qui suit l'administration d'une forte dose d'arsenic ressemble assez en effet à celui que produit le choléra, pour qu'à l'époque où règne cette maladie, la supposition soit des plus plausibles, quand les soupçons n'ont pas été éveillés. Il va sans dire qu'un examen chimique des matières vomies trancherait irrévocablement la question.

Sulfure jaune. — Le sulfure jaune ou orpiment n'est que peu employé comme poison, et, durant ces quinze dernières années, il ne s'est présenté dans tout le Bengale que 15 cas d'empoisonnement par cette substance. Cela est dû sans doute à sa couleur, qui éveillerait les soupçons. L'orpiment est la substance la plus employée dans les Indes comme dépilatoire et comme pigment. Toute la couleur jaune brillante que les Hindous s'appliquent sur le front et dont ils peignent leurs idoles se prépare avec le sulfure jaune. Il est aussi fort employé dans la fabrication du papier, qui, ainsi préparé, est à l'abri des fourmis blanches et autres insectes.

Sulfure rouge. — Le sulfure rouge ou réalgar est aussi employé comme dépilatoire, mais les empoisonnements par cette substance sont des plus rares.

Aconit. — L'aconit est le mieux connu et le plus souvent employé des violents poisons végétaux des Indes. Cette plante se trouve dans les régions tempérées et subalpines de l'Himalaya, à une hauteur de 10 à 14,000 pieds anglais. La racine desséchée de l'*Aconitum ferox* et d'autres espèces indigènes, telles que l'*A. Napellus*, l'*A. palmatum*, et l'*A. luridum*, constitue le poison bien connu dans les bazars indiens sous le nom de *bish ou bikh*. Elle se présente, comme vous le savez, de racines tubéreuses foncées, de forme plus ou moins conique de 5 à 8 centimètres de long, et larges de 1 à 2 centimètres à leur partie supérieure. Quelques échantillons sont blancs et spongieux, ils sont aussi plus vénéneux que les autres; la quantité de principe actif qu'ils contiennent étant de $^5/_3$ par rapport à ce que renferment les autres racines. Ces racines sont cassantes et présentent une cassure résineuse, elles se laissent facilement concasser. Dans cet état, elles sont dépourvues d'odeur, d'un goût légèrement amer et produisent sur la langue une sensation bien connue d'engourdissement; on les vend dans tous les bazars au prix de 5 francs la livre anglaise. En médecine, le bish est principalement employé par les Indiens dans le traitement de la lèpre, de la fièvre, du choléra et des rhumatismes. On peut juger de son *utilité générale* par ce qu'en disait un docteur indigène : « Le bish, disait-il, est utile aux chasseurs pour détruire les éléphants et les tigres; aux riches pour se débarrasser de parents importuns; et aux maris jaloux pour se défaire de femmes infidèles. »

Il n'y a peut-être pas de poison qui soit plus employé que l'aconit à la destruction des bêtes féroces. L'appareil dont on se sert consiste en une flèche courte dont la pointe est abondamment enduite de poudre d'aconit rendue adhérente au moyen d'un suc végétal. On place cette flèche dans le canon d'un fusil, et on fait feu à la manière ordinaire. Les effets sont si certains, que même une écorchure produite par une de ces flèches entraîne presque instantanément la mort. C'est ce poison qu'emploient tous les tueurs de tigres pour empoisonner leurs flèches.

Il est difficile de déterminer quelle quantité de cette racine est nécessaire pour causer la mort; on a cité des cas où un gramme a eu un effet mortel; mais une quantité encore plus faible serait dans bien des cas suffisante. On cite un cas authentique qui s'est présenté à Darjeelins dans l'Himalaya : un indigène transportait à travers les vallées chaudes une certaine quantité d'aconit dans une corbeille ouverte. Pendant le voyage, le frottement des racines sur ses épaules humides détermina une absorption du poison suffisante pour causer la mort.

L'époque à laquelle la mort se produit varie naturellement avec la quantité de poison administré, mais une dose vénéneuse agit généralement en quelques heures.

L'aconit appartient à la classe des poisons narcotico-âcres, et son action est à la fois irritante et narcotique. Ses propriétés âcres se manifestent par la production de nausées et de vomissements obstinés, par une salivation constante et une sensation brûlante dans l'estomac. L'influence déprimante de ce poison ralentit le pouls, le rend faible et intermittent, et provoque une respiration accélérée et pénible ainsi qu'une sensation de vide dans la région du cœur. L'action narcotique de l'aconit se traduit par la perte immédiate de la sensibilité, des bourdonnements et l'engourdissement de la langue et des lèvres presque immédiatement après la mastication de la racine; elle agit d'abord sur les nerfs superficiels, puis affecte ensuite les ganglions centraux ou centres nerveux et alors l'engourdissement devient général et le malade est incapable de se tenir sur ses jambes. Ce qu'il y a de remarquable dans les effets de ce poison, c'est qu'il laisse à l'intelligence toutes ses facultés alors même que les symptômes sont les plus graves. Il peut se faire que le malade ne puisse plus se tenir debout par suite de la paralysie des jambes et que néanmoins il puisse remuer ses bras et les diriger comme il veut. La privation de sensibilité se produit aussitôt après la mastication du poison et peut se prolonger plus ou moins jusqu'à l'apparition des autres symptômes d'empoisonnement, et durant tout le temps le patient conserve toutes ses facultés mentales. Les pupilles se dilatent légèrement, mais n'atteignent jamais l'extrême degré de dilatation produit par les plantes de la famille des solanées.

Le meilleur moyen de déceler la présence de l'aconit est l'essai physiologique; il suffit d'appliquer la langue ou les lèvres à la substance que l'on suppose contenir de l'aconit; s'il y en a réellement, on en est averti par l'engourdissement que l'on ressent.

Le traitement des désordres produits par l'aconit consiste principalement dans l'emploi des vomitifs et de la pompe stomachale, et quoique beaucoup de substances aient été prônées comme antidotes de ce poison, on dit qu'aucune d'elles ne mérite ce nom.

Datura. — Le *datura* ou pomme épineuse appartient aussi à la famille des solanées, et il est depuis longtemps employé comme poison dans les Indes. On a surtout étudié l'action du fruit et des graines, mais il est probable que toute la plante est vénéneuse. Elle doit ses propriétés toxiques à un alcaloïde découvert par Brande, la daturine. Cette base n'a pas encore été utilisée en médecine.

Les symptômes produits chez l'homme par une dose vénéneuse de ce poison sont très-variables, mais les principaux sont le délire, la dilatation des pupilles et l'engourdissement. Un ancien auteur indien décrit ainsi ses effets : « Il existe une plante capable de produire chez l'homme l'aberration d'esprit, à tel point qu'il ne comprenne plus ce qui se fait autour de lui; quelquefois elle produit pendant vingt-quatre heures un sommeil semblable à la mort, sommeil qui ne cesse avant ce temps que si on lave d'eau froide les pieds du patient. A forte dose elle est mortelle. »

Le datura n'est pas uniquement employé comme poison dans les Indes, les femmes s'en servent dans le but de raviver l'affection de leurs maris. Dès le milieu du XVII[e] siècle, le datura servait dans les Indes à l'exécution des condamnés politiques, et dans beaucoup d'endroits, il est encore employé à cet usage. Les voleurs s'en servent souvent pour faciliter l'execution de leurs projets, ils l'administrent dans des confitures dans le but unique de produire l'assoupissement; il est rare que dans ce cas il y ait empoisonnement ou même production de délire; la victime tombe dans une profonde léthargie, sa pupille se dilate, mais sa respiration reste normale. On a observé des cas où cet état a duré jusqu'à deux jours et a été néanmoins suivi de guérison; des affusions d'eau froide et de forts vomitifs constituent le meilleur traitement; cependant le trouble de la vision persiste souvent quelques jours

après la guérison générale. Quand cette substance a été administrée à jeun, une dose très-minime peut avoir les effets les plus fâcheux et causer la mort. Ce fait est bien connu des empoisonneurs indiens, qui règlent le moment où ils administrent le poison d'après le but qu'ils se proposent.

Le genre *Datura* comprend plusieurs espèces; on trouve en Europe, aussi bien que dans l'Himalaya et même au nord de l'Amérique, le *Datura stramonium*. Les espèces particulières aux Indes sont le *D. Fastuosa* (à fleurs violettes), le *D. alba* (à fleurs blanches), et le *D. Ferox*. L'espèce à fleurs violettes est relativement rare, mais l'espèce à fleurs blanches pousse abondamment sur les tas de fumiers; on la rencontre aussi au bord des chemins et dans les endroits déserts. Les chèvres s'en nourrissent avidement; mais il y a de bonnes raisons de penser que ce n'est pas seulement pour les chèvres qu'on la cultive. Elle commence à pousser peu de temps après l'apparition des vents moussons et croît très-rapidement, étalant bientôt ses belles corolles tubulaires et faisant ainsi l'ornement d'une contrée d'ailleurs peu agréable à l'œil. Le *D. ferox* se trouve principalement sur la côte de Malabar. On a longtemps agité dans les Indes la question de savoir si le datura est réellement un poison mortel, ou s'il ne produit qu'une simple prostration. Cette dernière opinion prévalait encore il y a quarante ans; mais il est maintenant reconnu qu'elle est erronée et par suite très-dangereuse. Il est certain à présent que les graines fraîches, les capsules et les feuilles des daturas de l'Inde sont des poisons mortels et que leur effet est à peu près infaillible, quand ils sont administrés à forte dose et qu'on n'a pas eu recours aux vomitifs et aux purgatifs pour déterminer leur expulsion. Sur 92 cas cités, il n'y a pas moins de 21 cas de mort, et il est probable que, dans beaucoup d'autres, la mort n'est jamais connue.

La décision de cette question a été dans les Indes d'un grand intérêt, puisque les anciennes lois établissaient une distinction entre l'administration de substances *vénéneuses*, dans le but de produire une léthargie temporaire, pour favoriser un vol, et l'emploi dans le même but de substances simplement *enivrantes*. La question est aujourd'hui coulée à fond, et le nouveau Code pénal indien place dans la même catégorie « toutes les substances vénéneuses, engourdissantes, enivrantes ou malsaines. »

Il est à remarquer que les indigènes administrent parfois le datura à ceux de leurs parents qui manifestent une inclination à embrasser le christianisme; ils se proposent par là de les rendre incapables de comprendre les arguments qui tendraient à leur faire abandonner la religion de leurs pères. Des gens sans conscience l'emploient souvent à l'égard de parents âgés ou faibles d'esprit qu'ils ont intérêt à réduire à un état d'imbécillité complète. Dans certains cas, l'insensibilité se produit immédiatement; c'est sans doute lorsque le poison est administré en solution ou en poudre très-fine. Quand on fait prendre les graines, les symptômes se manifestent tant que celles-ci restent dans les intestins, et il est probable que, dans bien des cas, ils persistent plus longtemps encore. Il est important de se rappeler qu'il faut au moins une semaine pour se remettre de l'effet de ce poison; car, tant que toutes les graines n'ont pas été rejetées, on ne peut se fier à la mémoire du malade. Il n'existe pas de substance vénéneuse qui représente si bien ces poisons lents qu'on employait, dit-on, au moyen âge, et dont Pline et ses contemporains parlent si fréquemment.

Chanvre indien. — Le chanvre indien, ou *Cannabis indica*, pousse dans les Indes, en Perse et en Afrique; il appartient à la famille des *urticées*.

Le *Cannabis indica* possède de puissantes propriétés narcotiques. Les feuilles sont recouvertes d'une matière résineuse appelée *churrus*; les feuilles les plus grandes et les capsules portent le nom de *bhang*, et la plante desséchée après floraison et revêtue encore de sa résine se nomme *gungah* ou *haschish*. Pour préparer ce *haschish*, on se contente de recueillir après la floraison les sommets et les parties tendres de la plante, et de les faire sécher. Cette plante est abondamment employée dans les Indes pour produire l'ivresse, et c'est un fait digne de remarque que, lorsqu'on la cultive en Angleterre, elle ne présente plus ses propriétés narcotiques, et quoiqu'elle y pousse bien et atteigne souvent une hauteur de plus de 10 pieds, elle ne se recouvre plus de matière résineuse. L'absence de cette résine semble être la seule différence qu'il y ait entre le *Cannabis indica* et le *Cannabis sativa*, ou chanvre commun. Les deux plantes semblent botaniquement identiques. On récolte la matière résineuse de diverses

façons dans les différentes parties des Indes. Par exemple, dans le Népaul, on frotte les feuilles doucement entre les mains jusqu'à ce que celles-ci se chargent de résine qui adhère à la peau sous forme de matière visqueuse assez consistante et de couleur foncée. On l'enlève avec une spatule et on la façonne en morceaux que l'on vend à l'état brut sous le nom de *churrus*. Quand ce churrus a été clarifié, il prend le nom de *momes*, et, dans cet état, il brûle avec une flamme brillante.

Dans les Indes centrales, d'un autre côté, des hommes vêtus de cuir courent à travers les champs de chanvre en frappant violemment les plantes. La résine adhère au cuir et on l'enlève ensuite pour la façonner en boulettes. Quelquefois on se dispense du vêtement de cuir et les indigènes récoltent le *churrus* directement sur leur peau.

L'habitude de fumer et de mâcher le *gungah* ou *haschish* est très-ancienne et en grande faveur en Orient ; elle remonte à plusieurs siècles. Les *assassins* (haschischi), successeurs homicides du *vieillard des montagnes*, tirent, dit-on, leur nom, de l'usage du haschish. L'histoire nous montre que cette substance était d'un usage général dans l'Inde musulmane, il y a un siècle. Il paraît qu'à cette époque « on préparait avec les sommets de la plante, de l'eau et quelques épices, une liqueur épaisse vert sale (*bhang*), au moyen de laquelle les gens du peuple se procuraient une gaîté momentanée, voisine de l'ivresse, mais suivie bientôt d'une grande prostration. Cette liqueur est 50 fois moins chère que le *gin* anglais, et comme elle a des propriétés narcotiques, on l'emploie comme *apéritif*, mot qui signifie toute espèce de choses pour un Indien. »

Le même auteur dit, en parlant d'une boutique à *bhang* : « Un établissement de ce genre n'exige pas un capital de plus de 2 fr. 50. Il consiste en quelques nattes étendues sous les arbres, et sur lesquelles le rebut de l'humanité se réunit pour boire le *bhang*. Cette boisson possède de tels charmes qu'au bout de quinze jours d'usage on ne peut plus y renoncer. En deux ans, celui qui en a contracté l'habitude se trouve réduit à l'état de squelette et complétement privé de son intelligence. »

On ne fume jamais le *gungah* sans tabac ; on les réunit en une petite pelote dans la paume d'une main à l'aide du pouce de l'autre, de sorte que ce geste fait reconnaître de suite un fumeur de *gungah*. Lorsqu'ils ne peuvent se procurer de pipe, les indigènes creusent dans le sol un petit trou dans lequel ils placent leur mélange, puis ils adaptent latéralement un long roseau creux et se livrent ainsi à leur jouissance favorite. Une autre manière ingénieuse de se procurer un fourneau de pipe consiste à rouler une grande feuille humide en forme de cornet que l'on tient par la pointe. Il est curieux que les adeptes du *haschish* ne le fument jamais seuls, mais toujours en compagnie ; on les reconnaît à leur aspect sec et rachitique, à leurs yeux creusés et à leurs joues maigres. Jamais ils ne sont gras, et l'abus du haschish amène souvent chez eux la diarrhée ou la dysenterie. On peut remédier en grande partie à ces accidents en leur faisant prendre du lait et autres substances contenant beaucoup de matière grasse. L'habitude de fumer le *gungah* rend ceux qui s'y adonnent irascibles et brutaux. Il y a une grande différence entre les effets que produit l'abus de l'opium et ceux que produit l'abus du *gungah*. Qu'un mangeur d'opium soit malade et qu'on lui retire sa drogue favorite, il s'affaiblira rapidement, tandis qu'on peut renoncer à l'usage du gungah sans en ressentir aucun effet fâcheux. On serait porté à penser que les meurtres pendant l'ivresse produite par le haschish soient fréquents dans les Indes, où le rebut de la population passe son temps à se droguer avec ce narcotique. Cependant, cet abus du chanvre indien est presque inconnu dans les Indes.

Opium. — Je ne dirai rien des sources qui fournissent l'opium et du mode de son extraction. Je me bornerai à quelques remarques sur la manière dont on l'emploie dans l'Inde. L'habitude de manger l'opium est très-ancienne dans ce pays, si ancienne même qu'on n'a pu déterminer à quelle époque elle y fut introduite. C'est *en mangeant l'opium ensemble* que se concluent les réconciliations des chefs rivaux et les pactes d'amitié personnelle. L'accomplissement de cette cérémonie est dans les Indes le plus inviolable engagement, et il est considéré comme une bien plus grande garantie qu'un serment.

Aux jours solennels où tous les chefs se réunissent pour fêter l'anniversaire de la naissance de l'un d'eux, il est d'usage d'apporter une large coupe dans laquelle on place un morceau

d'opium, et l'arrosant d'eau, on en fait un breuvage auquel chacun boit en se servant comme verre du creux de sa main. Autrefois, on se contentait d'écraser et de faire macérer dans l'eau les têtes de pavot et de boire cette infusion que l'on appelait *tejarro*, ou quelquefois *poss*.

Pour donner une idée de l'extension qu'a prise dans les Indes cette habitude de manger l'opium, nous dirons que les patentes pour la vente de cette substance se sont élevées en une seule année à la somme fabuleuse de 12,348,575 francs, et, l'année dernière, on a découvert que la plupart des marchands d'opium de Calcutta ont chacun jusqu'à 17 boutiques de détail.

Quelque grand que soit le nombre des Indiens mangeurs d'opium, — et des quantités considérables de ces malheureux absorbent de 1 à 12 grammes d'opium pur par jour, — rien cependant ne porte à croire que cette substance ait été souvent employée comme poison dans les districts où on ne la cultive pas; mais, dans les régions où on la cultive, il n'est pas rare de la voir employée pour déterminer la mort. Certaines tribus ont l'habitude de faire périr tous leurs enfants femelles, et, le plus souvent, on se sert pour cela d'opium; on l'administre à l'enfant sous forme de pilule, ou bien on en frotte les seins de la mère, de sorte que le poison se trouve absorbé peu à peu avec le lait.

L'opium n'est pas, comme le datura, employé pour faciliter les vols. Son action est moins rapide et moins sûre que celle du datura; son goût et sa couleur sont bien connus des indigènes, et il est difficile de les masquer; en outre, il ne serait pas aisé de tromper les mangeurs d'opium.

Strychnine. — La strychnine est si rarement employée comme poison dans les Indes qu'il suffira d'en dire quelques mots. Parmi les plantes qui en contiennent se trouve une espèce de loranthus (*viscum monicum*), plante parasite qui pousse sur l'arbre à noix vomique et dont les propriétés sont analogues à celles de l'arbre sur lequel elle croît. On la désigne sous le nom de *kuchila*; les indigènes en prennent souvent matin et soir, et cela durant des mois entiers. Ils commencent par 1 centigramme et élèvent la dose jusqu'à une noix entière, qui pèse environ 1gr.30. Cette substance n'a aucun effet fâcheux lorsqu'on la prend immédiatement avant ou après le repas; mais si on néglige cette précaution, elle peut occasionner des spasmes. Ce *kuchila* ou son alliée, la noix vomique, s'emploie comme stimulant, quelquefois à la place de l'opium. Les Indiens et les Mahométans l'emploient souvent aussi comme aphrodisiaque. On met une graine de noix vomique en terre pendant deux ou trois jours, sous un pot d'eau. Il devient alors facile d'en séparer l'enveloppe; alors, avec des ciseaux, on coupe l'amande en petits fragments pas plus épais que l'ongle, et on en prend un ou deux par jour, aux repas. Les dangereuses propriétés de la strychnine empêchent les Indiens de l'employer beaucoup en médecine; mais souvent les distillateurs s'en servent dans la fabrication de l'*arrack* pour rendre cette eau-de-vie plus enivrante.

La noix vomique se trouve communément dans les bazars de l'Inde, mais il ne semble pas qu'on s'en serve fréquemment avec une intention criminelle. Il est intéressant à remarquer, relativement aux propriétés du tabac comme antidote de la strychnine, que les observations des médecins des Indes s'accordent complétement avec les nôtres. Les expériences physiologiques du révérend professeur Haughton démontrèrent d'une manière concluante que la strychnine et la nicotine ont des propriétés antagonistes l'une de l autre, et ce fait est confirmé par les observations faites chez nous. En cas d'empoisonnement par la strychnine, on administre la nicotine à sa plus faible dose dans du sherry ou du grog chaud, et cela plusieurs fois s'il le faut; si on n'avait pas de nicotine sous la main, ce qui arrive souvent, il faudrait prendre une demi-once de n'importe quel tabac et le faire bouillir quelques secondes dans demi-litre d'eau; on filtre alors, on refroidit au moyen d'eau et on fait prendre la dose, mais il faut s'arrêter quand on observe le relâchement des muscles.

Lal chitra. — Ce poison est produit par le *Plumbago rosea*, plante de la famille des *Plumbaginées*. Cette espèce est très-commune dans les Indes; les propriétés épispastiques de sa racine furent remarquées par Burman et d'autres auteurs anciens, mais ce fut sir William O'Saughnessy qui fit le premier des essais suivis sur cette substance. Ses recherches ont porté sur 3 à 400 cas d'observation clinique. Il a trouvé que le cœur de la racine, râpé et réduit en pâte avec de l'eau et un peu de farine, produit une sensation de douleur au bout de cinq mi-

nutes d'application sur la peau ; cette douleur s'accroît peu à peu, et, au bout d'un quart d'heure, elle a l'intensité de celle que produit un vésicatoire ordinaire. Au bout d'une demi-heure, il enlevait la pâte, et, douze ou dix-huit heures après, il s'était formé une large ampoule remplie d'un liquide séreux. Les surfaces ainsi traitées se guérissent facilement sans aucune ulcération. En un mot, cette substance semble être un succédané peu coûteux des cantharides, et elle offre de plus l'avantage de ne pas exciter les organes génito-urinaires. Prise à l'intérieur, elle agit comme stimulant, et, à forte dose, c'est un poison narcotico-âcre, assez souvent employé par les habitants du Bengale. Son action s'exerce surtout sur les organes génitaux ; aussi les indigènes s'en servent-ils pour produire l'avortement. Dans ce but, on introduit la racine râpée, par le vagin, jusque dans l'utérus. La mort résulte souvent de cette opération, qui détermine facilement l'inflammation de l'utérus et la péritonite.

La dose à laquelle on emploie la racine fraîche comme épispastique varie de 2 à 3^{gr}.5. On emploie extérieurement, dans les cas de rhumatisme et de paralysie, une embrocation préparée en faisant macérer la racine dans une huile douce. Quelques tribus se servent de la racine de *lal chitra* contre les maux de dents. Dans le sud des Indes, la racine desséchée, qui est relativement inerte, est très-renommée, comme remède, contre la syphilis et la lèpre. Cette plante, que l'on cultive aux Indes dans tous les jardins, doit ses propriétés à un principe cristallisable appelé *plumbagine*. Cette *plumbagine* se présente sous la forme de cristaux jaunes brillants, d'un goût âcre et brûlant, facilement fusibles, volatils en partie, à peine solubles dans l'eau froide et peu solubles dans l'eau chaude, très-solubles dans l'alcool, l'éther, les acides concentrés et les solutions alcalines. Le sous-acétate de plomb donne avec cette substance une laque cramoisie, et constitue ainsi un réactif très-délicat et précieux pour les recherches médico-légales.

Nerium odorum ou Kunnar. — Le *Nerium odorum* appartient à la famille naturelle des *Apocynacées*, famille voisine des *Loganiacées*, à laquelle appartient la strychnine. Cette espèce de laurier-rose est cultivée dans l'Inde pour ses fleurs, qui servent dans certaines cérémonies religieuses. Toutes les parties de la plante et principalement les racines sont considérées par les indigènes comme vénéneuses et sont employées à des usages criminels. Cette plante passe dans le Bengale pour le meilleur remède contre la morsure des serpents et on l'emploie fréquemment pour produire l'avortement. Il est curieux que, lorsqu'elle pousse dans les montagnes, elle soit plus vénéneuse que lorsqu'on la cultive dans les jardins ; les femmes jalouses ont souvent recours à ses propriétés, et il n'est pas rare d'entendre dans leurs querelles les femmes indiennes des régions des montagnes « s'envoyer manger la racine de kunnar. » En outre, les femmes indiennes, lorsqu'elles sont tourmentées par la jalousie, s'en servent pour se suicider.

Le kunnar est peut-être plus employé à Bombay qu'ailleurs comme poison ; le jus exprimé de la variété rouge est considéré comme le plus vénéneux. L'excipient qui sert le plus souvent à l'administrer est le café, probablement dans le but de cacher son goût amer.

Comme on le sait, il est rare que les animaux se nourrissent des plantes qui leur sont nuisibles ; mais le *Nerium odorum* fait exception à cette règle dans le cas du chameau qui s'en nourrit et presque toujours avec un résultat fatal.

L'observation la plus intéressante sur l'empoisonnement par le kunnar est celle de la production de spasmes tétaniques, très-semblables à ceux que produit la strychnine. Il y a cependant une différence marquée entre les effets morbides du kunnar et ceux de la strychnine ; cette différence consiste dans l'état du pouls. Dans l'empoisonnement par la strychnine, le pouls n'est généralement pas affecté ; il s'accélère seulement un peu à chaque crise ; tandis que l'empoisonnement par le kunnar est caractérisé par un grand ralentissement du pouls. Outre son influence sur le système nerveux, le principe vénéneux du kunnar semble exercer sur le cœur une action déprimante.

DES FERMENTATIONS.

Par Ch. Blondeau.

Tous les êtres répandus à la surface du globe vivent les uns aux dépens des autres, et c'est là une loi générale de laquelle semble dépendre l'harmonie qui existe dans l'ensemble de la création, et qui s'y maintient au milieu de circonstances qui sembleraient faites pour la troubler. Les graines de certaines plantes recouvriraient bientôt toute la planète que nous habitons, si elles ne rencontraient une multitude d'êtres qui, en les faisant servir à leur nourriture, imposent une limite à leur exubérante fécondité. Cependant il existe un certain nombre de végétaux qui semblent se soustraire à cette loi de destruction, laquelle ne semble atteindre que leurs produits, et dont les débris, alors qu'une circonstance serait venue les frapper de mort, demeureraient intacts et encombreraient inutilement la place que l'inépuisable fécondité de la nature réclame pour y faire croître de nouveaux végétaux, dans le but de remplacer ceux qui ont parcouru le cercle de leur existence.

C'est pour satisfaire à ce besoin d'appropriation du sol, dans le but de donner naissance à de nouveaux produits, que la nature s'est chargée elle-même de faire disparaître jusqu'aux dernières traces de ceux qui ont vécu antérieurement, et les agents qu'elle emploie dans ce but sont des champignons microscopiques, des mycodermes qui, vivant aux dépens des substances organisées, les transforment en d'autres matières plus combustibles, et les amènent enfin dans un état qui leur permet de pénétrer dans l'économie végétale, d'y recevoir une nouvelle organisation, et de continuer ainsi le cycle indéfini que la matière est destinée à parcourir.

Jusqu'ici on n'a pas suffisamment étudié les lois qui unissent la matière morte à la matière vivante, les relations qui existent entre les substances minérales pouvant entrer dans l'organisation des végétaux, qui, eux-mêmes, servent à la nourriture, au développement des animaux, lesquels reviennent à la nature inorganique, lorsque la vie est venue à les abandonner, et qu'ils se trouvent soumis à l'influence de deux actions que l'on a trop souvent confondues entre elles, encore bien que l'on les ait désignées sous deux noms différents : nous voulons parler de la *fermentation* et de la *putréfaction*. En effet, dans la première de ces opérations, la matière qui ne peut jamais se décomposer spontanément, trouve, dans une végétation parasite se développant à sa surface, le principe de décomposition qu'elle ne saurait trouver en elle-même. Dans la putréfaction des corps organisés, ces derniers se décomposent sous l'action des animaux microscopiques et autres, qui, tout en puisant dans les tissus de l'être organisé, soustrait à la force vitale les principes nécessaires à leur nutrition, déterminent la combinaison des résidus sous des formes plus simples, et qui leur permettent de servir à l'alimentation des plantes. D'après cela le cadavre d'un animal peut faire retour à la matière inorganique de trois manières différentes, qui aboutissent au même résultat, c'est-à-dire à sa transformation définitive en eau et acide carbonique : par la combustion ordinaire ou *crémation*, par la combustion lente aidée de l'action des animaux, *ou par la putréfaction*, enfin par la combustion insensible *ou fermentation* (1) à l'abri de la lumière, laquelle est favorisée par le développement des végétaux mycodermiques prenant naissance dans ces circonstances; ces deux dernières conditions se trouvent réalisées, suivant qu'on laisse le cadavre de l'animal exposé sur le sol et en contact avec l'air et la lumière, ou qu'on l'enfouit sous la terre.

Nous avons cru devoir exposer la manière dont on envisage généralement aujourd'hui le phénomène de la fermentation, et nous nous proposons de faire connaître actuellement comment on a été conduit à considérer ainsi d'une manière générale un phénomène que l'on ne croyait, à l'origine, ne pouvoir se produire que dans les jus sucrés qui se trouvent

(1) Becher est le premier qui, en 1670, ait remarqué une certaine analogie entre la combustion et la fermentation.

dans la pulpe des fruits, ce dont on se rendait compte en admettant une décomposition spontanée du sucre, lequel se transformait en alcool et acide carbonique.

De tout temps les savants ont attaché la plus grande importance aux phénomènes qu'ils désignent sous le nom de fermentation, car ils croyaient y trouver l'explication des modifications, des changements que peut subir la matière morte, aussi bien que la matière vivante. Malgré que l'attention se fût portée sur des faits qui se manifestent dans tant de circonstances si diverses, et en particulier dans la modification qu'éprouve le jus du raisin, on ne chercha pas à donner une définition exacte du phénomène, et à assigner d'une manière précise la cause déterminante des fermentations, nom sous lequel on confondit les réactions les plus diverses, lesquelles s'accomplissent aussi bien dans la nature organique que dans la nature inorganique.

Ce fut en 1842 que je commençai à m'occuper d'un sujet qui présentait alors des difficultés en apparence inextricables, et qu'on cherchait cependant à résoudre, en attribuant au ferment, dont on avait constaté la présence dans tous les liquides susceptibles d'entrer en fermentation, des propriétés physiques et chimiques, telles que la faculté de dédoubler le sucre en alcool et en acide carbonique, en vertu d'une force dite *catalytique,* analogue à celle que possède la fibrine qui décompose l'eau oxygénée en ses deux éléments, l'eau ordinaire et l'oxygène, sans rien perdre et sans rien gagner de sa propre substance.

Cette explication qui fut proposée à l'origine, et qui, dans le fond, était exacte, ne rend pas cependant compte d'une manière complète du phénomène, et nous avons dû chercher à interpréter les circonstances accessoires dont on n'avait pas tenu un compte suffisant parce qu'elles n'avaient pas suffisamment frappé l'attention des chimistes.

Dans le courant de nos recherches, nous ne fûmes pas longtemps sans nous apercevoir que ce qu'on nommait ferment devait être rangé au nombre des êtres organisés et vivants, car il ressentait comme eux des influences délétères de la part des agents toxiques; et il était frappé de mort par les mêmes causes qui font périr les êtres organisés. Ainsi, nous avions observé que la fermentation pouvait être suspendue par la présence dans un liquide fermentescible de tous les agents que l'expérience a appris à considérer comme des poisons pour les êtres organisés. En introduisant dans un flacon contenant des matières en fermentation des poisons minéraux tels que de l'acide arsénieux, du bichlorure de mercure ou de cuivre, du sulfate de zinc, ou bien encore des alcalis végétaux, tels que la strychinine, la morphine, la nicotine, nous avons vu la fermentation s'arrêter comme si le ferment était frappé de mort par son contact avec la substance vénéneuse.

Comme l'action de la plupart des agents toxiques ne se borne pas à neutraliser l'effet de la levure de bière sur les liquides sucrés, mais qu'elle s'oppose également au développement des moisissures à la surface des corps organisés, ainsi que le prouve la conservation de ces derniers lorsqu'on emploie les sels minéraux ou les alcalis que nous avons mentionnés, nous fûmes portés à penser que leur conservation était due à ce qu'ils empêchent les végétaux mycodermiques de se développer.

Nous fûmes ainsi conduit à considérer ces petits êtres parasites comme la cause première qui amène des changements dans les corps organisés, et par suite, généralisant ce qu'on nommait *fermentation,* nous comprîmes sous cette dénomination toute modification que subit la matière organisée par les germes de petits végétaux se développant à sa surface, vivant de sa substance, et que nous désignâmes, pour nous conformer à l'usage établi, sous le nom *de ferments.*

Une question se présenta alors à notre esprit. Ces poisons, qui agissent avec tant d'énergie sur l'organisme animal, n'exerceraient-ils pas leur action toxique sur les ferments qui se trouvent dans l'économie, et ne serait-ce pas en suspendant les fonctions de ces derniers qu'ils frapperaient de mort l'être vivant? Cette question nous semblait présenter tant d'intérêt que nous nous proposâmes de l'examiner plus tard. Pour le moment il nous suffisait d'avoir constaté que les fermentations qui ont lieu en dehors de l'économie animale, devaient être attribuées à la présence de végétaux mycodermiques.

A la vérité, cette manière de voir n'était pas nouvelle. Elle avait été introduite dans la science, en 1830, par MM. Turpin et Cagniard-Latour, mais ces savants ne l'avaient pas ap-

puyée de preuves assez concluantes pour que les chimistes aient cru devoir l'adopter, et par suite elle était tombée dans un discrédit complet. Il fallait, pour la faire revivre, apporter des preuves qui ne pussent laisser de doutes dans l'esprit même de ceux qui étaient les plus prévenus contre elle. Une occasion favorable se présenta de prouver que les mycodermes sont susceptibles d'apporter d'importants changements dans la nature des substances organisées; nous la saisîmes avec empressement.

En étudiant la fermentation caséeuse, ou la transformation du caséum en fromage, nous parvînmes à retirer du fromage de Roquefort une matière grasse qui n'existait pas dans le caséum qui n'avait pas séjourné dans les caves. Cette substance ne ressemblait d'ailleurs nullement à du beurre, ni par son état, ni par sa consistance, ni par son goût, ni par les altérations qu'elle éprouve au contact de l'air. Elle se produisait à mesure que se développent, à la surface du caséum, les germes d'un mycoderme *penicillium glaucum*, auquel on était conduit forcément à attribuer le changement de nature éprouvé par le caséum. C'est ce dont nous pûmes parfaitement nous convaincre en allant sur les lieux mêmes étudier la fabrication du fromage de Roquefort. Nous pûmes alors constater que les changements subis par le caséum sont *corrélatifs* avec la croissance d'un mycoderme spécial dont le germe se trouve dans le lait, et qui, placé dans des conditions favorables de température et d'humidité, se développe sous forme d'un végétal mycodermique, que l'on enlève de la surface du fromage, et qui s'y reproduit au bout de peu de jours. En même temps que les générations successives de ce mycoderme, qui n'est autre, comme nous avons eu l'occasion de le dire, que le *penicillium glaucum*, se renouvellent, la transformation du caséum en matière grasse devient de plus en plus complète, et on reconnaît qu'elle est achevée, lorsqu'après avoir gratté le fromage on s'aperçoit que le mycoderme ne se régénère plus. Le fromage est mûr, ainsi que le disent les fabricants, et il peut dès lors entrer dans la consommation. On voit, dans cette importante fabrication, les mycodermes à l'œuvre. Ils agissent sur une matière albuminoïde et la transforment en une matière grasse, et font ainsi d'une substance insipide au goût, une matière douce et onctueuse à laquelle le fromage de Roquefort doit toute sa réputation. Ces mycodermes donnent ainsi naissance à une industrie qui occupe plusieurs milliers de bras et met en circulation de nombreux capitaux.

Pour moi, il n'y avait plus de doute, les transformations que subit le caséum dans les caves de Roquefort ne pouvaient provenir que des germes du *penicillium*, dont on a soin d'ensemencer le caséum, lorsqu'on a quelque raison de croire qu'ils ne se trouvent pas en quantité suffisante dans le lait qui l'a fourni. Ainsi se trouvait prouvée l'importance du rôle que jouent les mycodermes dans la transformation des substances organisées, puisqu'ils pouvaient donner naissance à une importante industrie par la nature des modifications qu'ils font subir au caséum. Ce fait me parut assez important pour que je crusse devoir le signaler à l'attention des chimistes.

En même temps je voulais m'assurer le mérite d'une découverte, qui, suivant moi, était appelée à jouer un rôle important dans l'interprétation des faits que l'on observe en physiologie, et qui dans tous les cas conduisait à envisager les fermentations sous un point de vue plus général que celui sous lequel on était habitué à les considérer. Enfin la transformation qu'éprouvait le caséum dans cette circonstance fournissait un argument sans réplique contre la théorie de M. Liebig, qui fait jouer, à la décomposition spontanée de la matière, un rôle important dans les fermentations. Ici cette influence ne paraissait pas intervenir. Le caséum placé dans les caves de Roquefort se trouvant exposé à une basse température, n'éprouve aucun mouvement de décomposition, ne répand aucune odeur qui puisse indiquer qu'il se putréfie; et cependant il change de nature, et ce changement ne peut être attribué qu'à une végétation cryptoganique qui se développe à sa surface.

Je rédigeai donc un mémoire dans le but de faire connaître les particularités de l'importante fabrication que je venais d'étudier, et je le remis à M. Milne-Edwards pour qu'il voulût bien l'examiner, en le priant de le transmettre à l'Institut, dans le cas où il en approuverait le contenu. Ce savant physiologiste, comprenant toute l'importance du point de vue sous lequel j'envisageais les fermentations, voulut bien se charger de la mission que je lui confiais, mais mon travail fut accueilli avec peu de faveur par les chimistes, qui n'étaient pas disposés

à admettre que, dans ces circonstances, le caséum pût se transformer en matière grasse, et qui persistèrent à penser que cette matière avait été apportée dans le fromage par le lait qui avait servi à le fabriquer.

Aujourd'hui que ce sujet fixe de nouveau l'attention des savants, qu'il me soit permis de donner un aperçu de mon travail, lequel avait pour but de faire connaître l'importance des modifications que les moisissures sont susceptibles de faire subir aux corps organisés sur lesquels elles se développent.

Je disais, dans mon mémoire, que la fermentation n'était pas un mode spécial de décomposition, ne s'appliquant qu'à certaines substances qu'on était dans l'habitude de désigner sous le nom de matières fermentescibles; que c'était un moyen général employé par la nature pour arriver à la décomposition complète des substances organiques et à la restitution de leurs éléments à l'atmosphère. Que ces éléments, unis entre eux d'une manière très-stable, n'éprouvaient pas de décomposition spontanée, et que leur désagrégation avait toujours besoin pour se produire de l'intervention d'un être organisé, champignon, moisissure, mycoderme, peu importe le nom sous lequel on le désigne, qui empruntait à la matière sur laquelle il se développe les éléments nécessaires à sa nutrition, et qui en même temps réunissait, sous forme de matière combustible, les substances qu'il n'était pas parvenu à s'assimiler, afin que ces dernières pussent être attaquées plus facilement par l'oxygène et être ainsi brûlées et transformées en acide carbonique et en eau.

Je disais encore que, dans le cas spécial que j'avais été conduit à examiner, le caséum se trouvait transformé en graisse, sous l'influence d'une végétation mycodermique, et que cette matière étant brûlée au contact de l'air, donnait naissance à un acide gras, dont la saveur forte et piquante était bien connue de ceux qui consomment du fromage de Roquefort un peu avancé, et qu'en dernière analyse cet acide était lui-même brûlé et converti en eau et acide carbonique.

En un mot, je donnais dans mon mémoire une définition précise de ce que l'on doit entendre par *fermentation*, que j'étais conduit à considérer comme le résultat d'un changement apporté dans la matière organique à la suite du développement d'un petit champignon, lequel absorbe à son profit une partie de la substance organisée, et transforme le résidu en une matière combustible pouvant être facilement brûlée au contact de l'air; but vers lequel tend toute espèce de fermentation.

Les preuves que j'apportais à l'appui de mes idées avaient été puisées dans l'observation d'une grande industrie fondée sur le travail des mycodermes, qui dans ce cas produisent une matière que nous avons fait servir aux besoins de notre nutrition; ce qui prouvait que l'étude des mycodermes n'était pas à dédaigner, puisque la science et l'industrie pouvaient en retirer un grand profit.

A l'époque où parut mon mémoire, c'est-à-dire en 1847, les esprits n'étaient pas préparés à accepter les idées que je viens de développer. A cette époque, l'étude des ferments laissait beaucoup à désirer, on contestait que ce fussent des êtres organisés et vivants, en sorte que, vouloir placer les phénomènes de fermentation sous l'influence immédiate de la force vitale, et chercher à établir qu'ils ne sont dus qu'à de petits êtres qui vivent aux dépens des matières organiques avec lesquelles ils se trouvent en rapport, paraissait une idée tellement paradoxale que bien peu de savants parurent disposés à l'adopter. D'ailleurs, considérer la formation d'une matière grasse commme le résultat d'une fermentation, c'était aller contre l'opinion de ceux, et le nombre en était grand, qui croyaient que ces matières ne se forment que dans l'organisme végétal et sous l'influence de la lumière. D'après cela, il ne doit pas paraître étonnant qu'on se refusât à admettre que le caséum se transformât en matière grasse, il était plus simple de croire que cette matière se trouvait toute formée dans le fromage de Roquefort, que l'on ne faisait séjourner pendant des mois entiers dans les caves que pour le maintenir au frais.

Cependant, quelques questions que je traitais dans mon mémoire eurent le privilége de fixer l'attention de savants moins exclusifs, et il s'en trouva même quelques-uns assez disposés à approuver ma manière de voir au sujet d'une question qui avait autrefois fixé l'attention des chimistes, et qui est loin d'être résolue : je veux parler de la transformation qu'é-

prouve la chair musculaire en une matière grasse, l'*adipocire*, changement qui se produit dans les cadavres qui ont séjourné quelque temps dans la terre ou dans l'eau. Je soutenais, dans mon mémoire, que cette métamorphose s'opère sous les mêmes influences qui déterminent la formation de la matière grasse dans les caves de Roquefort, et qu'elle était la conséquence du développement des mycodermes qui prennent naissance sur toute matière organisée, privée de la vie. Cette opinion fut accueillie avec faveur par M. Pelouze et fut discutée par quelques savants, et en particulier par M. Foucault, qui en fit le sujet d'un intéressant article qui parut dans le *Journal des Débats*.

Mon mémoire n'avait pas obtenu, suivant moi, toute l'attention qu'il méritait, car il signalait le rôle important que jouent dans les transformations qu'est susceptible d'éprouver la matière organisée, ces végétaux mycodermiques qu'on voit en quelque sorte se développer partout, et dont on n'avait cependant tenu aucun compte jusqu'alors ; et, en outre, il ouvrait de nouvelles perspectives à ceux qui voulaient s'engager dans l'étude des fermentations encore si mal connues et incomplétement expliquées. Cependant, j'avais reçu assez d'encouragements pour me déterminer à continuer mes études au point de vue que je viens de signaler, et pour tenter de nouveaux efforts dans le but de rattacher les phénomènes de fermentation à l'action de la force vitale, qu'on avait négligée jusqu'ici, pour n'y voir que la manifestation des forces physiques et chimiques ordinaires.

Je continuai donc mes études sur ce sujet et j'examinai en premier lieu la fermentation alcoolique, celle qui a été le plus généralement étudiée et qui était le mieux connue. J'avais surtout intérêt à examiner la substance à laquelle elle doit sa manifestation. Il me fut facile de constater à l'aide du microscope, que c'était à une substance végétale, à un mycoderme, se développant au sein d'un liquide fermentescible, qu'était dû le mouvement qui s'y manifestait ; c'était, du reste, ce qu'avaient pensé, longtemps avant moi, Leuwenvœch, Malpighi, Cagniard-Latour, Turpin, Fabroni, dont en cette circonstance je ne faisais que vérifier l'exactitude des observations.

J'examinai ensuite le mode de développement de la levûre de bière, et je pus constater, ainsi que l'avait reconnu antérieurement M. Mitscherlich, que ces globules présentent à leur surface des renflements qui, grossissant peu à peu, finissent par se détacher du globule qui les a portés, vivent alors d'une existence qui leur est propre, et donnent eux-mêmes naissance à de nouveaux globules qui s'engendrent ainsi les uns les autres par sisciparité.

Je portai ensuite mon attention sur la manière dont ces globules sont constitués et je parvins à reconnaître qu'ils étaient formés d'une enveloppe cellulaire qui contient dans son intérieur une substance albumineuse, de telle sorte que, si ces globules se trouvent placés dans l'eau pure, ils peuvent laisser passer par voie d'exosmose une partie du contenu de leur intérieur, lequel se trouve remplacé par le liquide au milieu duquel ils se trouvent plongés. Lorsque, au contraire, ils sont placés dans de l'eau sucrée et chargée d'albumine, ils lui empruntent ces principes qui pénètrent dans leur intérieur par voie d'endosmose, et qu'ils font servir à leur développement ultérieur. Ce qui rend compte de cette circonstance que de la levûre de bière placée dans de l'eau simplement sucrée peut déterminer un commencement de fermentation, mais que les globules qui la composent ne peuvent se multiplier, car ces derniers réclament pour leur nutrition de la matière albuminoïde, dont ils ont besoin pour faire de la cellulose, de la matière grasse et de la matière azotée, lesquelles concourent à leur nutrition, et que l'analyse chimique retrouve dans leurs tissus.

Je parvins également à constater que les globules de levûre de bière jouissent de la propriété de modifier le milieu où ils se trouvent placés, et qu'avant de se développer ils commencent par réagir sur les substances environnantes, de manière à les rendre aptes aux fonctions auxquelles elles doivent concourir. Ainsi le sucre sur lequel peuvent réagir les globules, étant du sucre de canne, le premier acte de ces globules consiste à fixer sur le sucre 1 équivalent d'eau, afin de le transformer en sucre de raisin. M. Dubrunfaut avait en effet constaté que cette transformation précède toute fermentation. Mais ce n'est pas à cela seul que se borne l'action des globules, car ils décomposent le glucose formé, en alcool et acide carbonique, transformation qui est nécessaire également à leur existence, puisque leur développement ne peut avoir lieu qu'en l'absence de tout contact avec l'air, tandis que, dans une

atmosphère formée d'acide carbonique, elle peut se continuer jusqu'à ce que la transformation du sucre soit complète. Lorsque cette dernière substance a disparu et s'est changée en alcool et acide carbonique, les globules les plus forts et les mieux constitués peuvent même réagir sur les globules plus faiblement constitués, et transformer l'albumine contenue dans leur intérieur d'abord en sucre, et, ensuite, en alcool et acide carbonique, ce qui explique pourquoi on trouve quelquefois dans les produits de la fermentation une plus grande quantité d'acide carbonique que celle que pourrait produire le sucre mis en rapport avec la levûre de bière.

On est en droit de demander comment s'opère le changement du sucre de canne en sucre de raisin. Voici la réponse que nous faisions à cette question : Le ferment sécrète un liquide qui opère cette transformation de la même manière qu'elle a lieu dans les fruits dont le jus contient un acide tel que l'acide tartrique ou l'acide citrique. Lorsque ces jus ont, au contraire, une réaction alcaline, la fermentation alcoolique ne peut avoir lieu et elle est remplacée par la fermentation lactique. Ainsi, dans le cas où les jus sucrés, obtenus à l'aide de la betterave, possèdent une réaction alcaline due à la présence d'un excès de sels de potasse, cette réaction peut être trop prononcée pour que la matière sécrétée par le ferment puisse la neutraliser, alors la fermentation alcoolique ne parvient pas à s'établir et la fermentation lactique la remplace.

On se demande encore à quelle cause est dû le dédoublement du glucose qui se produit dans cette circonstance. Serait-ce à une action physiologique placée sous la dépendance de la vie des globules du ferment qu'il faudrait l'attribuer, ou bien serait-ce l'effet d'une force purement physique, une simple action de contact s'exerçant en dehors des globules du ferment?

Nous hésitons encore à donner l'explication de ce fait. Cependant, nous sommes porté à penser qu'il est dû à l'action de la matière sécrétée par les globules qui, après avoir agi de manière à transformer le sucre de canne en sucre de raisin, dédoublerait ce dernier en ses deux principes constituants, l'alcool et l'acide carbonique.

Lorsque l'action des globules ne peut plus s'exercer et qu'ils ne trouvent pas dans le milieu ambiant des conditions favorables à leur évolution, ce qui arrive lorsque le sucre est entièrement converti en alcool et en acide carbonique, les globules tombent au fond du vase qui les contient, et on serait tenté de croire que la fermentation est achevée, tandis que ce n'est que le premier acte de cette métamorphose qui est accompli. Si le liquide fermenté se trouve en contact avec l'air, l'acide carbonique contenu dans son intérieur ne tarde pas à se dégager et à être remplacé par l'air atmosphérique, lequel détermine un nouveau changement dans le liquide. A la fermentation alcoolique succède la fermentation acétique, laquelle consiste dans la transformation de l'alcool qui est brûlé par l'oxygène de l'air. La combustion lente qui a lieu dans cette circonstance à une basse température, paraît se produire par l'intermédiaire d'un ferment particulier qui se trouve en général dans les liqueurs fermentées, et auquel on a donné le nom de *mycoderma aceti ou mère du vinaigre*, lequel jouit de la propriété de réunir les globules qui le composent, de manière à en constituer une membrane qui, comme toutes les substances membraneuses, possède la faculté de condenser l'oxygène de l'air et de le présenter sous cette forme à l'alcool formé, détermine la combustion de son hydrogène et sa transformation en acide acétique. Le changement qu'éprouve l'alcool dans cette circonstance dépend à la fois de la force vitale qui détermine les globules du ferment à se réunir sous forme de membrane, laquelle se porte à la surface du liquide, où elle se trouve en rapport avec l'oxygène de l'air, qu'elle peut condenser en vertu d'une force physique qui appartient à toutes les substances membraneuses. C'est là ce qui explique comment des agents physiques, de simples copeaux de bois, peuvent opérer la combustion de l'alcool et sa transformation en vinaigre, sans addition d'aucun ferment, ainsi que cela se pratique dans le procédé allemand.

Nous avons découvert la propriété si curieuse que possèdent les substances réduites en lames minces, en introduisant dans des cloches placées sur le mercure et contenant différents gaz tels que l'ammoniaque, l'acide chlorhydrique, l'acide carbonique, l'hydrogène, l'oxygène, et nous avons vu tous ces gaz diminuer sensiblement de volume sous l'influence d'une substance membraneuse, telle qu'une feuille de papier, un fragment de vessie ou de parchemin, ou, enfin, une simple feuille d'arbre. Ces différentes substances condensent en partie le gaz avec lequel elles se trouvent en rapport; l'ammoniaque et l'acide chlorhydrique diminuent

à peu près de moitié de leur volume, et l'oxygène est également condensé en grande quantité.

C'est encore là ce qui explique pourquoi la membrane qui constitue la *mère du vinaigre* ne peut exercer son action oxydante que lorsqu'elle se trouve en rapport avec l'air extérieur, et que cette action cesse aussitôt qu'elle vient à être plongée dans le liquide que précédemment elle contribuait à acidifier.

Lorsque l'alcool est entièrement brûlé et se trouve transformé en acide acétique, la fermentation n'est pas achevée ; le troisième acte va seulement commencer. La membrane n'a pas suspendu son action ; elle continue à s'exercer et l'oxygène se portant sur l'acide acétique, va devenir de l'aldéhyde, puis de l'acide carbonique et de l'eau, dernier terme auquel doit être amenée la matière organique pour pouvoir faire retour à l'atmosphère.

La fermentation alcoolique rentre donc dans la catégorie des phénomènes dont la nature se sert pour arriver à un but déterminé, qui est la combustion de la matière organisée et la restitution des éléments qui la composent au monde inorganique. Les procédés qu'elle met en œuvre pour arriver à ses fins sont les mêmes que nous avions précédemment mentionnés dans la fermentation caséeuse. Elle transforme en premier lieu le sucre en une substance combustible, l'alcool, qui produit en brûlant lentement la chaleur nécessaire à la conservation des germes qui sont contenus dans la pulpe des fruits sucrés, et cette combustion s'effectue sous l'influence des globules du ferment, qui se reproduisent avec une grande rapidité au milieu d'un liquide albumineux et sucré. L'albumine contribue spécialement à ce développement en fournissant les matières à l'aide desquelles les globules peuvent constituer leurs enveloppes, ainsi que la matière grasse et azotée qui se trouve contenue dans leur intérieur, et ces globules agissent à leur tour par leurs propriétés physiques pour dédoubler le sucre en alcool et en acide carbonique, et pour brûler le premier de ces corps en le transformant d'abord en acide acétique, puis en aldéhyde, et, finalement, en acide carbonique. La fermentation alcoolique ne serait donc, d'après nous, qu'un procédé de combustion lente, mis en pratique par la nature pour détruire son œuvre d'organisation afin de pouvoir la renouveler.

Telles étaient les idées que nous nous formions de la cause qui détermine les fermentations et de l'utilité des divers produits auxquels elle donne naissance. Ces idées, reposant à la fois sur la considération des forces physiques et vitales dont sont animés les globules du ferment, prenaient leur point d'appui dans de nombreuses expériences dont nous avons consigné les détails dans le *Recueil de la Société des sciences, lettres et arts de l'Aveyron* (année 1847), ainsi que dans plusieurs journaux scientifiques de l'époque, parmi lesquels nous citerons les *Annales de chimie et de physique* et le *Moniteur scientifique*, dans lequel nous fîmes paraître une série de mémoires sous le titre de *Chimie mycodermique*, et dans lesquels nous faisions connaître les modifications que sont susceptibles d'éprouver les substances organisées sous l'influence des mycodermes. Nous nous croyons donc en droit de réclamer une part légitime dans une découverte d'une grande importance qui a eu pour effet de restituer à la force vitale le rôle principal dans les modifications qu'est susceptible d'éprouver la matière organisée, rôle que l'on était dans l'habitude d'attribuer à des décompositions spontanées ou à l'influence de forces physiques mal définies et qu'on ne faisait intervenir que pour le besoin de la cause que l'on voulait défendre.

Treize ans après que j'eus fait connaître mes recherches sur les fermentations, c'est-à-dire en 1860, parurent les importants travaux de M. Pasteur sur le même sujet, lequel, rattachant ces phénomènes aux mêmes causes que nous avions déjà signalées, c'est-à-dire au développement d'êtres organisés, soutint avec un talent et une persévérance que personne ne saurait méconnaître, une cause qui avait besoin pour triompher d'un savant de son mérite et qui se trouvait dans une position tout à fait exceptionnelle. Aussi, mieux que personne, il a prouvé l'importance des végétaux mycodermiques dont il a fait connaître la nature et défini le mode d'action. Il est arrivé ainsi à donner une interprétation d'un phénomène qui a été le sujet de nos études à des époques différentes, et qui se confond en certains points avec celle que nous avions antérieurement proposée, mais qui, sous d'autres rapports, en diffère complétement. Ainsi, M. Pasteur admet que la fermentation des matières sucrées se trouve sous la dépendance de la force vitale qui se manifeste par l'existence et le développement

d'un être organisé, d'un végétal qui a besoin pour se nourrir de sucre et qui emprunte à ce corps la cellulose qui lui est nécessaire pour constituer ses organes. Mais M. Pasteur n'explique nullement pourquoi le mycoderme, n'ayant besoin que d'une faible quantité de cette substance pour l'appliquer aux besoins de sa nutrition, en décompose une quantité beaucoup plus considérable que celle qui lui est strictement nécessaire. Ce savant chimiste a d'ailleurs cherché à faire voir que la quantité d'acide carbonique recueillie dans l'acte de la fermentation n'était pas en rapport avec la quantité de sucre introduite dans le liquide fermentescible, et il attribue ce désaccord à ce que le sucre a non-seulement servi à la nutrition des globules du ferment, mais encore à la formation d'une matière grasse qui s'est dédoublée en glycérine et acide succinique par le fait de la fermentation.

Pour nous, qui ne croyons pas que le sucre serve à la nutrition du ferment, et qui pensons, au contraire, que, lorsque cette substance se trouve en rapport avec les globules de la levûre de bière, elle éprouve un dédoublement dont le globule n'est appelé à profiter que parce qu'il sert à constituer un milieu dans lequel il peut opérer son développement ultérieur; nous sommes ainsi conduit à admettre que c'est à la matière albumineuse qui pénètre dans l'intérieur des globules qu'est due la formation de la cellulose, de la matière grasse et de la matière azotée qui sont indispensables à la nutrition du ferment.

Ce qui vient à l'appui de notre manière de voir, c'est que les globules de certains ferments, tels que ceux qui provoquent la fermentation caséeuse, se multiplient avec une grande abondance et une grande rapidité, encore bien que la cellulose, si nécessaire à la constitution de leurs tissus, ne puisse être attribuée au sucre, puisque le caséum, sur lequel ils se développent et qui sert à leur nutrition, n'en contient que des quantités à peine appréciables.

Quant à la glycérine et à l'acide succinique dont M. Pasteur a signalé la présence dans les produits de la fermentation alcoolique, on ne saurait également en attribuer la formation au sucre, mais bien encore à la matière albumineuse, car on retrouve les mêmes produits ou des produits analogues dans toute espèce de fermentation, même dans celles qui se produisent dans un milieu auquel le sucre fait défaut et auquel il est impossible d'attribuer la formation du principe qui, par son dédoublement, doit produire la glycérine et l'acide gras.

D'ailleurs, en attribuant aux globules du ferment la propriété de transformer le glucose en cellulose par la soustraction de 2 équivalents d'eau à la première de ces deux substances, on fait jouer au corps organisé un rôle qui ne paraît pas pouvoir se concilier avec celui qu'on lui a précédemment attribué. En effet, dans cette hypothèse, les mêmes globules jouiraient à la fois de la propriété de transformer le sucre de canne en sucre de raisin, ce qu'ils ne peuvent faire qu'en déterminant sur le premier de ces sucres la fixation d'un équivalent d'eau, et opéreraient au même moment la transformation du glucose en cellulose, c'est-à-dire qu'ils agiraient en sens inverse, et cela dans le même milieu et dans des conditions identiques. A la vérité, nous connaissons d'une manière si imparfaite les différents modes d'action de la force vitale, que notre objection pourrait ne pas avoir grande valeur, si elle n'était corroborée par les autres considérations que nous avons précédemment fait valoir.

Voyons, du reste, ce que pense à ce sujet M. Liebig, sur ce point en complet désaccord avec M. Pasteur. Le chimiste allemand a beaucoup insisté sur la question de savoir quel était le corps auquel les globules du ferment empruntent la matière sucrée pour en faire de l'alcool et de l'acide carbonique, lorsqu'ils sont placés dans de l'eau pure et abandonnés à eux-mêmes, à une température capable de déterminer leur fermentation. On sait que, dans ces conditions, les globules fermentent en donnant naissance à une certaine quantité d'alcool et d'acide carbonique. Pour que ces deux corps aient pu se dégager, il a fallu que du sucre se soit formé dans la masse en fermentation. M. Pasteur pense que la cellulose qui constitue l'enveloppe des globules du ferment s'est changée en sucre dont une partie a servi à constituer l'enveloppe des globules en voie de formation, tandis que l'autre s'est dédoublée en produisant de l'alcool et de l'acide carbonique. M. Liebig admet, au contraire, que c'est l'albumine contenue dans l'intérieur des globules qui s'est transformée en cellulose, sucre et matière azotée; que cette dernière reste dans l'intérieur de la cellule, tandis que le

sucre est dédoublé en alcool et acide carbonique, et que la cellulose est employée à constituer l'enveloppe des nouvelles cellules.

Il y avait un moyen expérimental de résoudre la question et dont M. Liebig s'est servi pour démontrer l'exactitude de l'opinion qu'il soutient. Ce moyen consiste à déterminer la quantité d'alcool qui se produit dans cette circonstance, et à rechercher à quelle quantité de sucre elle correspond, pour savoir si elle a pu être fournie par l'enveloppe des cellules. M. Liebig s'est livré à cette recherche et il a trouvé que, si l'alcool avait été produit au moyen du sucre formé aux dépens de l'enveloppe des globules, il aurait fallu que toutes les cellules eussent été détruites dans l'acte de la fermentation qu'elles ont provoqué, et, par suite, il eût été impossible de les retrouver dans le résidu de la fermentation, tandis qu'il a pu s'assurer que ces cellules n'avaient ni disparu ni même diminué.

Il faut donc chercher ailleurs que dans l'enveloppe des cellules la substance qui concourt dans cette circonstance à la formation du sucre, et M. Liebig la trouve dans l'albumine qui remplit l'intérieur des globules, laquelle peut se changer en cellulose, sucre et matière azotée. Du résultat de ses expériences le savant chimiste tire les conclusions suivantes : « Il est évident que, dans la fermentation de la levûre de bière, l'élément azoté des globules subit une décomposition, la majeure partie passe en dissolution, le reste demeure dans les globules. De cette dernière partie on peut extraire, au moyen d'une solution faible de potasse, un corps analogue à la caséine, que les acides précipitent de sa solution alcoolique en flocons ; l'analyse a montré qu'il contient moins d'azote que la caséine. »

Cette interprétation de ce qui se passe dans la fermentation de la levûre de bière rentre tout à fait dans notre manière de voir, laquelle consiste à admettre que les globules du ferment empruntent à la matière albumineuse tous les principes qui contribuent à leur développement, et qu'ils transforment cette matière en substances propres à leur nutrition.

En voyant le rôle important que joue l'albumine dans la nutrition des globules, on comprend que ces corps ne puissent se développer dans un milieu qui ne contient que du sucre, et qu'après avoir déterminé un commencement de fermentation, ils périssent faute de l'aliment qui leur est indispensable pour pouvoir se multiplier. C'est, du reste, ce que M. Liebig a fait voir en mettant en rapport successivement la même levûre de bière avec des dissolutions d'eau sucrée, et en constatant que le pouvoir fermentescif des globules va en diminuant à mesure qu'on les fait agir sur un plus grand nombre de dissolutions. Ces globules s'épuisent, et, en effet, ne pouvant emprunter d'albumine au milieu dans lequel ils se trouvent, ils lui en cèdent, au contraire, car on retrouve de la matière azotée dans toutes ces dissolutions. Cette matière azotée qui sort ainsi de l'intérieur des globules peut même servir à former de nouveaux globules dont le nombre peut ainsi augmenter.

De tous ces faits il nous semble résulter que le sucre ne contribue en rien à la nutrition des globules et que la matière albumineuse suffit à cette fonction. Aussi, tout nous confirme dans notre manière de voir que le sucre n'a d'autre utilité que d'approprier le milieu à la convenance des globules qui doivent s'y développer, et que la matière albuminoïde leur fournit la cellulose et les autres principes nécessaires à leur nutrition. D'après cela, le dédoublement du sucre aurait lieu ainsi que l'indique la formule généralement admise : $C^{12}H^{12}O^{12} = 2(C^4H^6O^2) + 4(CO^2)$, tandis que la formule adoptée par M. Pasteur et qui représente le dédoublement d'une partie du sucre en acide succinique, glycérine et acide carbonique, serait tout à fait hypothétique, car elle ne paraît reposer sur aucun fait solidement établi.

Il est encore un point sur lequel nous différons complétement d'opinion avec M. Pasteur et qui a donné naissance dans ces derniers temps aux discussions les plus vives, et, nous pourrions dire, les plus passionnées. Nous voulons parler du lieu où résident ces germes, ces globules qui provoquent les fermentations, et que M. Pasteur place au sein de l'atmosphère, où ils existent en assez grande quantité pour qu'en se déposant dans l'intérieur des liquides fermentescibles, ils puissent en déterminer la fermentation, ainsi que cela aurait lieu, par exemple, dans la cuve du vendangeur. Ainsi, suivant M. Pasteur, la fermentation du moût de raisin serait excitée par des globules de ferment qui seraient contenus dans l'air et qui, se déposant à la surface du raisin, seraient entraînés avec ce dernier jusque dans le cuvier où la vendange est mise à fermenter.

Il nous est difficile d'admettre une pareille supposition, d'autant plus qu'on n'est pas parvenu à découvrir des globules de ferment à la surface du raisin, et que, d'ailleurs, des faits bien constatés rendent cette hypothèse tout à fait improbable. On sait qu'on fabrique souvent des vins blancs avec des vins rouges dont on ne fait pas fermenter la pellicule, qui contient la matière colorante, avec la pulpe qui se trouve située dans son intérieur. Eh bien! dans ce cas, on n'a jamais eu l'occasion d'observer que la fermentation fût moins active et s établît moins vite dans le cas du jus de raisin isolé, que lorsqu'on le fait fermenter en contact avec son enveloppe. La fermentation des poires et des pommes s'opère aussi complétement et aussi vite, lorsque ces fruits sont dépouillés de leur enveloppe sur laquelle devraient s'être déposés les globules du ferment, si ces derniers étaient contenus dans l'air.

Lorsque, dans une cuve, la fermentation se ralentit, on lui redonne son activité première en foulant le raisin, et en mettant ainsi les globules du ferment en rapport avec la matière qu'ils doivent faire fermenter. Du reste, les dernières expériences de M. Fremy nous semblent prouver d'une manière incontestable que les ferments ne peuvent avoir été apportés par l'air dans les liquides fermentescibles.

Peut-on, en effet, raisonnablement admettre que des germes ainsi dispersés par les vents, desséchés par le soleil, retrouvent immédiatement la vie et la force qui leur est nécessaire pour faire entrer en fermentation des masses considérables de jus sucré? Cela nous paraît peu probable, et nous préférons admettre que les germes existent tout formés dans l'organe qu'ils sont chargés de transformer et qu'ils y prennent naissance sous l'influence de la vie de l'être dont ils seront plus tard appelés à opérer la décomposition. Telle est, du reste, l'opinion de Leuwenhœck, de Malpighi, de Fabroni et de M. Frémy, qui ont tous découvert des globules de ferment dans la pulpe des fruits et dans le péricarpe des graines. Il est pour nous une preuve certaine que les germes capables de déterminer la fermentation ne proviennent pas de l'air, et qui consiste en ce que nous avons vu des phénomènes de fermentation se produire dans l'économie animale, encore bien que les ferments qui la provoquent n'aient pu être apportés par ce fluide.

Les opinions émises par M. Pasteur au sujet des fermentations ont été vivement critiquées dans ces derniers temps par M. Liebig, lequel a proposé une nouvelle explication du phénomène, explication qu'il avait donnée du reste depuis longtemps, mais qu'il a modifiée en faisant intervenir l'organisation des globules qu'il avait négligée jusqu'ici.

Le point de départ de la théorie au moyen de laquelle M. Liebig cherche à interpréter le phénomène de la fermentation est en quelque sorte la contre-partie de celle que nous avons cherché à faire prévaloir. Ainsi, tandis que nous pensons que ce phénomène ne s'accomplit que sous l'influence de l'activité vitale de ces petits êtres qui vivent et se développent aux dépens des matières organisées, M. Liebig admet que le dédoublement de ces matières et leur réduction en substances d'une composition plus simple doivent être attribués à un travail de décomposition, s'accomplissant spontanément dans le ferment lui-même, et que l'action qu'exerce sur le corps fermentescible (le sucre) la substance promotrice de la fermentation (le ferment) se manifeste tant que dure ce travail de décomposition et se termine avec lui. Ou, en d'autres termes, la décomposition du sucre et sa transformation en alcool et acide carbonique, qui se produit dans la fermentation alcoolique, ne seraient que la conséquence du mouvement communiqué par le ferment qui se décompose, lequel cesse aussitôt que la décomposition s'arrête.

Cette interprétation du phénomène nous semble inacceptable, en ce sens qu'elle ne rend pas compte de la multiplication des globules qui a lieu dans l'acte même de la fermentation, et qu'elle attribue à un corps organisé qui se décompose une puissance que ne possèdent nullement les substances qui se putréfient. Ainsi, que l'on introduise dans l'eau sucrée une matière organique dont la putréfaction ait déjà commencé, cette matière ne saurait exciter dans le liquide la fermentation alcoolique, effet que produira à l'instant la levûre de bière, à laquelle il faudrait donc attribuer la faculté spéciale de transmettre son mouvement de décomposition, ce que ne pourraient faire les autres matières organisées dont la composition est cependant la même.

Ce n'est pas cependant que M. Liebig méconnaisse l'influence de l'organisation des glo-

bules dans l'acte de fermentation, car il est dit dans son mémoire : « On ne connaît aucun « cas bien observé dans lequel il se soit formé de la levûre sans sucre, ou dans lequel le « sucre se soit dédoublé en alcool et acide carbonique en dehors de la présence et de l'action « des globules de la levûre. L'*importance de l'organisme végétal dans le phénomène de la fermen-« tion est donc évidente;* c'est par son entremise du moins que l'albuminoïde et le sucre con-« tenus dans la liqueur, où se développe la végétation cryptogamique, peuvent, en devenant « parties constituantes de ce cryptogame, s'unir pour former une combinaison particulière « et prendre cette forme instable sous laquelle ils exercent une action sur le sucre. Quand « le cryptogame cesse de se développer, avec lui périt le lien qui unissait les éléments du « contenu des globules, et c'est par le mouvement qui s'y produit que les cellules de levûre « peuvent effectuer la décomposition du sucre et d'autres molécules organiques. »

Nous n'avons rien à objecter à la manière de voir de M. Liebig en ce qui a rapport à l'influence qu'il attribue à l'organisme sur la fermentation, mais nous avouons que nous éprouvons quelque peine à comprendre comment, après avoir établi que ce phénomène se trouve placé sous la dépendance de la force vitale, il ait recours, pour expliquer les mouvements de combinaison et de décomposition qui ont lieu dans un liquide en fermentation, au mouvement qui se produit dans une matière qui se putréfie. D'après cela, une substance qui, par elle-même, serait incapable d'opposer une résistance à la force qui tend à désunir ses éléments, aurait cependant la puissance d'opérer dans les corps sur lesquels son action peut s'exercer, des métamorphoses, des combinaisons, en un mot, les réactions les plus variées. Non, la décomposition, la mort ne sauraient enfanter de semblables prodiges : la vie seule a ce privilége. M. Liebig est trop bon physiologiste pour ne pas le reconnaître; aussi son dernier mémoire ne nous semble avoir pour but que de se ménager une transition, et il nous semble bien près d'abandonner son ancienne théorie, qui trop longtemps a fait autorité dans la science, pour restituer à l'organisme toute action sur les phénomènes de fermentation.

M. Liebig dit encore dans son mémoire que le développement d'une plante, la formation et la multiplication des champignons sont dus à l'assimilation de substances nutritives qui, une fois absorbées, deviennent parties constituantes de l'organisme vivant, mais que, dans l'acte de la fermentation, l'action du ferment s'exerce en dehors de l'organisme, et que les produits du dédoublement ne sont pas absorbables par ce dernier. L'acte vital et la réaction chimique lui paraissent être des phénomènes que l'on doit expliquer indépendamment les uns des autres. Nous n'avons jamais dit autre chose, et nous avons toujours soutenu que la transformation du sucre, qui s'opère sous l'influence d'une force physique, dépendait du mode de constitution du ferment, lequel ne produit d'autre effet que de transformer le sucre en alcool et acide carbonique, dans le but de constituer un milieu convenable où le ferment puisse se développer en toute liberté. Quant aux principes nécessaires à son alimentation, il ne les trouve que dans la substance albumineuse avec laquelle il est en rapport. M. Liebig est bien près d'admettre que les choses se passent ainsi, car il dit encore dans son mémoire : « Il se pourrait qu'il n'y eût, entre l'acte physiologique et l'acte de la fermentation, d'autre « relation que la production dans la cellule vivante du corps qui, par une action propre, « analogue à celle de l'émulsion sur l'amygdaline et sur la salycine, peut opérer le dédouble-« ment du sucre et d'autres atomes organiques. Le phénomène physiologique serait alors « nécessaire pour produire cette substance, mais ne se rattacherait pas autrement à la fer-« mentation elle-même. »

Par là même que la production de la substance promotrice de la fermentation est due à une cause physiologique, il nous semble que ce phénomène se trouve placé sous l'influence directe de la force vitale à laquelle il serait entièrement subordonné. Et, d'ailleurs, si tant est qu'on doive attribuer le dédoublement du sucre à la production d'un ferment analogue par son mode d'action à l'émulsine, comment concilier cette manière de voir avec celle qui consiste à attribuer le dédoublement du sucre à une matière en décomposition? Il faudrait admettre que cette matière, à peine formée, se décomposât aussitôt, et que cette double action se produisît en quelque sorte simultanément dans le même milieu et dans des conditions identiques.

Nous ne partageons pas complétement l'opinion de M. Liebig au sujet de la cause qui,

avant toute fermentation, transforme le sucre de canne en sucre de raisin. Il attribue la modification qu'éprouve le sucre, dans cette circonstance, à une matière qui sortirait par exosmose de l'intérieur des globules. Il a vu en effet que, en lavant la levûre avec de l'eau pure, le liquide résultant de ce lavage pouvait, sans donner lieu à une fermentation proprement dite, convertir une grande quantité de sucre de canne en sucre de raisin. M. Liebig ajoute que cette sorte de ferment, pour devenir efficace, a besoin de subir un commencement de décomposition ; il dit en effet : « Il ne peut y avoir de doute sur la cause de cette action de « la levûre : elle contient, comme le montre la manière dont elle se comporte au contact de « l'air, une substance en état de décomposition moléculaire, et c'est de cet état de mouve- « vement que doit dépendre la transformation du sucre de canne en sucre de raisin. Les « particules de sucre se comporteraient comme si elles étaient parties intégrantes de la ma- « tière organique en décomposition et elles se groupent dans un ordre nouveau. L'action « provoquée par le contact d'une très-petite quantité de cette substance en décomposition « serait dans ce cas la même que celle que produit le contact des acides minéraux, c'est-à- « dire celle qui résulte d'une puissante affinité chimique. »

On voit, d'après cela, quel doute et quelle incertitude la théorie de M. Liebig jette dans l'esprit de ceux qui cherchent à se rendre compte des causes qui agissent dans l'acte de la fermentation. Ainsi la décomposition d'une substance organique serait capable de convertir le sucre de cannes en sucre de raisin, et par conséquent de déterminer la fixation d'un équivalent d'eau, et ce mouvement de décomposition serait susceptible en même temps de dédoubler le sucre qui vient de se former. Ce serait donc une même force qui produirait deux effets directement contraires : dans un cas une combinaison et dans l'autre une séparation des éléments combinés.

Tout en reconnaissant l'influence exercée par l'organisation des globules dans l'acte de la fermentation et en acceptant ainsi en partie la théorie soutenue par M. Pasteur, M. Liebig prétend que cette théorie est loin d'être nouvelle et qu'elle a été proposée il y a une trentaine d'années en France et en Allemagne, et que les travaux récents qui ont été entrepris sur la fermentation rentrent tous à peu près dans les idées qui ont dirigé les recherches de MM. Turpin, Cagniard-Latour, Mitshcherlich et autres, lesquelles dominaient alors dans la science et à laquelle elles n'ont pas fait faire le moindre progrès.

En exposant le résultat de ses recherches microscopiques sur la fermentation de la bière et la fermentation acétique, Turpin a dit : « Par fermentation, on doit entendre une action « simultanée de l'eau et de corps vivants qui se développent par l'absorption des éléments « du sucre en même temps qu'ils éliminent de l'alcool ou de l'acide acétique. C'est une « action purement physiologique; elle commence et elle finit avec l'existence d'infusoires « végétaux dont la vie cesse aussitôt que la matière sucrée se trouve épuisée. »

Il est certain que, en 1830, Turpin avait constaté que la cause de la fermentation alcoolique réside dans le développement d'un être organisé, sur la nature duquel il n'était pas parfaitement fixé, car il confondait les phénomènes de fermentation qui sont dus à des organismes végétaux et les phénomènes de putréfaction produits par des animaux. Il n'en est pas moins vrai qu'il fit là une grande et belle découverte, dont on ne comprit pas à l'époque toute l'importance, et on se contenta d'attribuer à une cause purement physique, à la force catalytique, le dédoublement du sucre, effet qui paraissait le seul digne de fixer l'attention dans la fermentation alcoolique.

M. Pasteur, en s'emparant de ces idées, n'a fait que continuer les travaux de ceux qui l'avaient précédé dans la voie qui avait été tracée un siècle avant lui; mais il l'a fait avec tant de talent, que la théorie qu'il a reproduite s'est imposée à l'esprit de la plupart des chimistes qui se sont vus en quelque sorte forcés de restituer à la force vitale toute l'importance dont on avait cherché à la dépouiller. En faisant voir que chaque fermentation est due à un ferment spécial, et en déterminant avec la plus grande précision la nature des substances qui prennent naissance dans l'acte de la fermentation, ce savant chimiste a fait faire un si grand pas à la question, que la plupart des savants le considèrent comme l'inventeur d'une théorie proposée longtemps avant lui. Cependant M. Liebig refuse de s'associer au mouvement général, et il critique à ce moment-même les travaux du savant français qui

ont de toutes parts reçu une éclatante approbation. Il dit en effet dans le mémoire que nous avons eu si souvent l'occasion de citer : « M. Pasteur a ramené les recherches des micro- « graphes dans le domaine de la fermentation et de la putréfaction, au sentier sans but suivi « autrefois, et on est arrivé à ne plus voir et à négliger complétement l'ensemble, c'est-à-dire « les faits communs à tous les phénomènes. Les travaux se sont égarés dans la recherche de « simples détails, et on a cherché une cause à chacun de ces phénomènes secondaires sans « nombre, et pour chacun on a trouvé un champignon ou un animalcule spécial, de même « que, pour certaines maladies, le choléra, par exemple. Nous nous sommes heureusement « arrêtés, et nous ne comprenons plus comment le monde organique peut exister en face « de tels ennemis. Quand nous demandons aux micrographes ce que c'est que le ferment « butyrique ou lactique, il nous répondent : « C'est un champignon. »

Comme cette objection s'adresse aussi bien à notre manière de voir qu'à celle de M. Pasteur, nous nous permettrons d'y répondre. N'est-il pas évident que notre théorie est l'expression exacte des faits? et si elle nous fait voir un mycoderme se développant sur chaque matière en décomposition, c'est qu'elle nous découvre une grande loi de la nature qui a voulu placer dans chaque substance organisée un être destiné à la détruire en se nourrissant à ses dépens. N'est-il pas plus rationnel d'attribuer à une cause que l'on voit, que l'on touche du doigt, dont on peut suivre pas à pas tous les développements, un phénomène que sans cela on est forcé d'attribuer à une cause hypothétique, au mouvement communiqué par une matière qui se décompose? La théorie que nous adoptons nous paraît plus féconde, et si nous parvenons à établir, comme nous en avons l'espoir, que les réactions que l'on observe dans l'économie animale s'accomplissent sous les mêmes influences qui déterminent les fermentations, ne serons-nous pas en droit de nous approprier les expressions par lesquelles M. Liebig termine la première partie de son mémoire, et de lui dire : Nous avons envisagé les phénomènes de fermentation et de putréfaction à un autre point de vue que vous, et nous avons été conduit à considérer notre interprétation comme le trait d'union qui doit nous conduire à une explication plus exacte des procédés de l'organisme animal et végétal. Qui pourrait méconnaître aujourd'hui l'importance de ces faits pour l'intelligence et l'explication de beaucoup de faits vitaux? Si les corps d'origine animale peuvent exercer en dehors de l'organisme une influence si bien déterminée sur une foule de substances organiques; si par leur seul contact ces dernières sont décomposées en de nouveaux produits; si l'on considère qu'au nombre de ces substances capables de fermenter se trouvent tous les corps dont les hommes et les animaux font leur nourriture, qui pourrait douter que ce phénomène joue un grand rôle dans les actes vitaux et qu'il ne prenne une grande part aux transformations éprouvées par les aliments quand ils se changent en graisse, en sang, en parties constituantes des organes? Nous savons déjà que dans toutes les parties de l'animal vivant il se produit à chaque moment un échange continuel; des molécules vivantes sont éliminées; leurs éléments, la fibrine, l'albumine, la gélatine ou tout autre composé s'unissent pour former de nouveaux produits, et notre expérience nous conduit à supposer que, lorsque le sang ou les aliments viennent en contact avec les organes où se manifeste cette activité, celle-ci y détermine, suivant sa direction et sa force, un changement moléculaire parallèle et la formation de nouveaux composés. Cet échange de matière est la cause principale des changements subis par les aliments et une des conditions de la nutrition. Toute modification apportée par la maladie dans le travail régulier qui s'opère dans un organe, une glande ou une de leurs parties constitutives, amène un changement dans l'action de cet organe sur le sang ou une modification de la matière qu'il sécrète. L'effet d'un grand nombre de médicaments repose sur la part qu'ils prennent à cet échange de matière, et ils agissent surtout en changeant la direction et l'intensité du travail qui règne dans les organes, en l'accélérant, le ralentissant ou l'arrêtant, en exerçant une influence sur la qualité du sang et sur celle des aliments.

Telles sont les conséquences auxquelles conduit l'étude des fermentations envisagées comme des phénomènes placés sous la dépendance de la force vitale.

Ce qui s'est opposé jusqu'ici à ce qu'on ait pu donner une explication satisfaisante des phénomènes de la fermentation, c'est qu'on a considéré les transformations de la matière

organique d'une manière trop spéciale, qu'on n'a pas assez tenu compte des modifications qu'apporte aux actions chimiques la force vitale, et qu'on n'a pas envisagé d'une manière complète la puissance de composition et de décomposition que possèdent certaines substances qui se sont formées sous l'influence de la vie, encore qu'elles ne portent en elles-mêmes aucune trace d'organisation. Ainsi les globules du ferment peuvent contenir dans leur intérieur des substances, les unes liquides et solubles, les autres solides et insolubles, qui jouissent de la propriété de modifier les corps avec lesquels ils se trouvent en rapport, par voie de dédoublement ou de combinaison. Ce qui le prouve, c'est que, lorsqu'on vient à mettre en contact de l'eau pure avec de la levûre de bière, la partie soluble des globules passe dans le liquide environnant, car ce liquide renferme une matière azotée possédant la propriété de transformer le sucre de canne en glucose, et la matière qui produit cet effet est analogue, sinon identique, avec la diastase, et peut être obtenue par les mêmes moyens que ceux qu'on emploie pour se procurer cette dernière.

Si, par exemple, on prend un poids de 100 grammes de levûre de bière, et qu'on la fasse séjourner pendant quelque temps en contact avec 1000 grammes d'eau, lorsqu'on vient à filtrer le liquide, on peut en précipiter une matière blanchâtre que l'on ne sera en droit de considérer comme une matière pure que lorsqu'on l'aura dissoute à plusieurs reprises dans l'eau et précipitée à chaque fois par l'alcool. Cette matière, qui, comme nous avons déjà eu l'occasion de le dire, présente les plus grandes analogies de propriétés et de composition avec la diastase, possède à un haut degré la faculté de transformer le sucre de canne en sucre de raisin. Une seule partie de cette diastase suffit pour transformer en quelques heures 1000 parties de sucre tenues en dissolution dans l'eau.

La matière contenue dans les globules de la levûre et qui a résisté à l'action de l'eau, est une matière azotée que l'on peut obtenir à l'état de pureté de la manière suivante : on broie dans un mortier de la levûre fraîche dont on brise par ce moyen les cellules, que l'on peut alors dissoudre dans l'acide acétique, et l'on précipite ensuite la dissolution au moyen du carbonate de potasse. La matière ainsi obtenue, et desséchée à la température de 100 degrés, a été soumise à l'analyse et a donné les résultats suivants :

Carbone.....................	51.65
Hydrogène.....................	6.62
Azote.....................	10.19
Oxygène.....................	31.54
	100.00

Elle peut donc être représentée dans sa composition par la formule $C^{48}H^{37}Az^{4}O^{22}$, et on conçoit qu'elle puisse être dédoublée en glucose et protéine, ou bien encore en cellulose, eau et protéine, ainsi qu'on le voit par les formules suivantes :

Glucose..........	$C^{16}H^{12}O^{12}$	Cellulose.........	$C^{12}H^{10}O^{10}$
Protéine..........	$C^{32}H^{25}Az^{4}O^{10}$	Eau..............	$H^{2}O^{2}$
	$C^{48}H^{37}Az^{4}O^{22}$	Protéine..........	$C^{26}H^{25}Az^{4}O^{10}$
			$C^{48}H^{37}Az^{4}O^{22}$

D'après cela, il est facile de se rendre compte de ce qui se passe dans l'acte de la fermentation. A l'origine, alors que le ferment n'a pour but que d'approprier le milieu dans lequel il se trouve plongé aux besoins de son existence, il dédouble la substance contenue dans son intérieur en glucose et protéine, et, par le fait même de ce dédoublement, le premier de ces corps se transforme en alcool et acide carbonique. Ce gaz, en se répandant dans le liquide en fermentation, en chasse l'air qui s'y trouve contenu, condition indispensable à la multiplication des globules du ferment.

Lorsque ce résultat est atteint, ces mêmes globules modifient alors leur action dans le but de fournir les matériaux nécessaires à leur développement ultérieur, et opèrent le dédoublement de la matière qui les compose en cellulose et protéine, ou en matière grasse et matière azotée, qui l'une et l'autre doivent entrer dans la composition des cellules en voie de formation. La production de la matière grasse qui a lieu dans cette circonstance est aussi importante, nous dirons même aussi indispensable à l'existence des globules que la cellulose

elle-même. En effet, si cette dernière est nécessaire pour constituer l'enveloppe des cellules, la matière grasse qu'elles doivent contenir, et qu'elles contiennent en effet, a pour but de faciliter la combustion du végétal mycodermique qui doit être lui-même brûlé par l'air, afin de faire ainsi retour à l'atmosphère en même temps que la matière organique qu'il a servi à désagréger.

Pendant que le contenu des globules éprouve ainsi le dédoublement de la matière renfermée dans son intérieur, et se dissout dans le liquide environnant, celui-ci, à son tour, lui cède les éléments nécessaires pour reconstituer cette matière, ou, en d'autres termes, il doit pouvoir lui fournir du sucre et de la matière protéique, avec lesquels le ferment saura constituer la matière dont se compose le contenu de ses cellules.

Cette interprétation de ce qui a lieu au sein d'une masse liquide susceptible d'entrer en fermentation nous permet de rendre compte de ce qui se passe lorsque les globules ne trouvent pas à leur disposition tout ce qui est nécessaire à leur développement. Dans ce cas, les diverses circonstances qui servent à caractériser une fermentation complète ne se reproduisent que partiellement. Ainsi, lorsqu'on place dans de l'eau pure une certaine quantité de levûre de bière, si la température est convenable, on ne tarde pas à voir la fermentation s'établir, fermentation qui est caractérisée par le dégagement de quelques bulles d'acide carbonique, mais qui est incomplète en ce sens que les globules ne trouvent pas dans le milieu ambiant les éléments de nutrition dont ils ont besoin pour se reproduire, après avoir fait quelques efforts, et après avoir cédé au liquide qui les entoure leur contenu qui s'est dédoublé d'abord en protéine et glucose, puis ultérieurement en alcool et acide carbonique, ils tombent épuisés, et ne présentent plus que des cellules vides de toute matière organique. Dans ce cas, il n'y a point production de nouveaux globules, et ceux qui ont servi à exciter un commencement de fermentation sont réduits à leur enveloppe cellulaire.

Quand le liquide dans lequel on place les globules contient du sucre, les choses se passent autrement. Alors la fermentation peut se produire avec une certaine intensité lorsque la température est convenable. Le contenu des globules se change en protéine et glucose, et ce dernier en alcool et acide carbonique ; mais le glucose qui a ainsi disparu est remplacé par le sucre contenu dans le liquide, et la fermentation peut alors se continuer, car le contenu des globules peut se dédoubler en cellulose et en protéine, ou en matière grasse et matière azotée, lesquelles peuvent servir à la formation de nouveaux globules. Mais comme dans ce dernier cas la protéine n'a pu se renouveler, et comme cette substance ne provient que des globules mères, ces derniers se trouvent épuisés après avoir concouru à la formation d'un certain nombre de globules nouveaux. C'est pourquoi, en examinant la levûre de bière déposée au fond du vase dans lequel la fermentation a eu lieu, on trouve qu'elle est composée en grande partie de levûre épuisée et de quelques globules intacts qui peuvent provoquer une nouvelle fermentation. En réalité, le poids de la levûre a augmenté parce que le sucre contenu dans le liquide est intervenu pour une part dans la formation des globules ; mais cette augmentation a été limitée par l'impossibilité dans laquelle se sont trouvés ces mêmes globules de se procurer la matière protéique nécessaire à leur développement ultérieur.

Lorsque la levûre de bière se trouve dans un milieu qui peut lui fournir à la fois le sucre et la matière protéique, alors la fermentation se continue jusqu'au complet épuisement de l'une ou de l'autre de ces substances, et l'on voit le nombre des globules augmenter d'une manière considérable, parce que le liquide peut fournir tout ce qui est nécessaire à leur constitution.

On voit d'après cela que le rôle physiologique des globules se borne à dédoubler d'une manière très-simple les matières organisées, ou bien, au contraire, à opérer leur combinaison par des procédés dont le secret nous échappe. Ainsi, nous avons vu qu'il était d'une nécessité absolue, pour que la fermentation pût se continuer, de la présence, au sein du liquide, d'une matière protéique ou albumineuse. Aussi, lorsque cette matière n'existe pas, les globules possèdent la propriété de la former de toutes pièces en déterminant la combinaison du sucre et de l'ammoniaque contenue dans le liquide fermentescible. La possibilité de cette combinaison est rendue évidente d'après les formules suivantes :

$$\left.\begin{array}{ll} \text{Glucose} \ldots\ldots\ldots & C^{48}H^{48}O^{48} \\ \text{Ammoniaque} \ldots\ldots & Az^{6}H^{18} \\ \hline & C^{48}H^{66}Az^{6}O^{48} \end{array}\right\} = \begin{array}{ll} \text{Protéine} \ldots\ldots & C^{48}H^{36}Az^{6}O^{14} \\ \text{Oxygène} \ldots\ldots & O^{4} \\ \text{Eau} \ldots\ldots & H^{30}O^{30} \\ \hline & C^{48}H^{66}Az^{6}O^{48} \end{array}$$

On voit, d'après cette formule, que la protéine peut se former dans l'organisme végétal par la combinaison du sucre et de l'ammoniaque avec élimination d'un certain nombre d'équivalents d'oxygène et d'eau. Or, M. Pasteur a fait voir que cette combinaison pouvait s'effectuer dans l'intérieur des globules du ferment. Il a fourni ainsi une preuve de l'organisation végétale de ces êtres, et établi en outre que les phénomènes qui s'accomplissent dans les végétaux d'un ordre supérieur se produisent également dans les organismes inférieurs, et même dans les cryptogames qui vivent aux dépens des matières organisées.

M. Pasteur a prouvé qu'en introduisant dans un liquide sucré du tartrate d'ammoniaque ainsi que des cendres provenant de la levûre, c'est à-dire les principes minéraux qui entrent dans la constitution des globules, et en ajoutant à ce mélange une petite quantité de levûre fraîche, cette dernière pouvait exciter la fermentation dans le milieu où elle se trouve placée, et qu'elle engendre de nouveaux globules au moyen de la substance protéique formée par l'union directe de l'ammoniaque et du sucre.

Cette expérience remarquable prouve quelle est la puissance synthétique que possèdent les globules, et, d'après cela, on ne doit pas être étonné de voir ces mêmes globules opérer la combinaison du sucre et de la matière protéique pour former la matière qui remplit les globules du ferment. Si la puissance que ces corps possèdent pour opérer des combinaisons est grande, leur faculté de décomposition est au moins aussi développée, ainsi que le prouve le dédoublement que subit la matière sucrée sous l'influence du ferment.

Les idées que nous nous étions formées sur la généralité du phénomène de la fermentation ont été développées, dans ces derniers temps, par M. Frémy, dans un mémoire fort remarquable dont nous sommes heureux de citer quelques passages qui rentrent complétement dans notre manière de voir :

« La fermentation, dit ce savant chimiste, est un phénomène général qui s'étend à tous les corps d'origine organique, et qui a pour but soit de modifier les principes qui existent dans l'organisme, soit d'opérer des combustions lentes sous l'influence de l'oxygène, afin de rendre soit à l'atmosphère, soit au sol, les éléments qui peuvent donner naissance à de nouveaux organismes.

« L'étude de la fermentation doit donc faire connaître par quelle série de modifications passent lés solides et les liquides qui constituent les organismes avant de restituer à l'air leurs éléments gazeux. Ces transformations, si nombreuses et si variées, produites dans les fermentations, ne s'opèrent pas spontanément, elles exigent l'intervention d'agents spéciaux *créés par l'organisme* et que l'on désigne sous le nom de *ferments.* »

La seule différence entre notre manière de voir et celle du savant chimiste que nous venons de citer, consiste en ce qu'il admet que les ferments n'existent pas tout formés dans les corps qu'ils sont chargés de transformer, mais qu'ils y prennent naissance à la suite de la modification qu'éprouve une substance douée d'une organisation incomplète, et qu'en raison de cette circonstance il a désignée sous le nom de *matière hémi-organisée.*

Cette hypothèse ne nous paraît pas acceptable ; car, indépendamment de la difficulté qu'on éprouve à concevoir comment la matière peut s'organiser en dehors de la force vitale, elle nous paraît être en opposition directe avec les faits observés par M. Frémy lui-même. En effet, ce savant chimiste rapporte qu'ayant mis de l'orge germé en contact avec de l'eau sucrée, et ayant maintenu le flacon qui contenait le mélange à la température de 25 degrés, il vit le liquide fermenter rapidement et la fermentation alcoolique, ainsi que la fermentation lactique, se produire simultanément. En examinant avec soin les grains d'orge qui avaient provoqué la fermentation, il a vu ces grains se gonfler et laisser sortir de leur intérieur une infinité de globules qui sont entraînés à l'extérieur par des bulles d'acide carbonique.

Nous voyons, dans cette expérience de M. Frémy, des globules tout formés sortir de l'intérieur de l'orge ; mais nous ne voyons nullement la matière hémi-organisée prendre la forme de globules et revêtir les caractères qui appartiennent à la matière complétement organisée.

C'est, du reste, ce que paraît croire le savant observateur lui-même lorsque, prenant à partie son contradicteur, il lui dit : « M. Pasteur comprendra certainement dans quel esprit cette expérience a été faite : mon seul but a été de démontrer que la levûre *sortait* du grain d'orge et se trouvait par conséquent *formée dans l'intérieur* du grain, et qu'elle ne pouvait provenir des germes de l'air. »

M. Frémy rapporte une expérience qui sert à prouver que la nature de la réaction du milieu peut changer l'espèce de fermentation qui s'y établit, sous l'influence d'un même ferment.

Il a partagé de la levûre fraîche en deux parties égales, et il a introduit l'une dans de l'eau sucrée, et l'autre dans de l'eau sucrée additionnée de craie. Les deux mélanges ont été abandonnés à eux-mêmes pendant le même temps, à la température de 30 degrés. Le premier a produit la fermentation alcoolique, le second a donné naissance à une fermentation lactique bien caractérisée.

Cette expérience peut être invoquée pour rendre compte de la circonstance que nous avons précédemment mentionnée, et qui consiste en ce que le jus de betterave peut donner naissance tantôt à la fermentation alcoolique, tantôt à la fermentation lactique, et cela suivant la nature de la réaction que possède le jus.

L'expérience de M. Frémy prouve encore d'une manière incontestable l'identité du ferment qui provoque les deux espèces de fermentations, que l'on était disposé à considérer, d'après M. Pasteur, comme étant dues à deux agents spéciaux.

D'ailleurs, M. Frémy a répété avec le lait l'expérience qu'il avait faite avec la levûre de bière, et il a obtenu avec ce liquide des fermentations différentes en faisant simplement varier la nature de la réaction du milieu.

En présence des résultats signalés par M. Frémy, nous avouons que nous avons quelque peine à comprendre pourquoi ce savant hésite à admettre que les globules du ferment existent tout formés dans l'intérieur des organismes qu'ils sont chargés de détruire, où ils se sont produits à la manière des grains de pollen, lesquels prennent naissance dans l'intérieur des étamines, et jouent dans la reproduction des végétaux un rôle aussi important et aussi incompréhensible que les globules du ferment dans les phénomènes de désorganisation qu'ils sont appelés à produire. M. Frémy n'a-t-il pas été lui-même témoin de la manière dont se forment les globules organisés qui deviennnent des ferments? N'a-t-il pas vu que les moisissures sont constituées tantôt par des cellules isolées de grosseur et de forme différente, tantôt par des tubes transparents et filamenteux contenant dans leur intérieur des grains organisés comparables à ceux qui constituent la levûre de bière ? N'a-t-il pas vu que, lorsqu'on comprime légèrement ces tubes dans l'eau, ils se vident en partie et laissent sortir une grande quantité de grains tout formés, lesquels sont de véritables ferments pouvant donner lieu aux fermentations alcoolique, lactique, butyrique? M. Frémy n'a-t-il pas observé les moisissures qui se développent à la surface d'un liquide tenant en dissolution de l'acide tartrique, et n'a-t-il pas vu apparaître dans le liquide d'abord des tubes incolores qui se remplissent bientôt de petits grains organisés, et ces grains, grossissant, prennent de la couleur et de la densité, sortent de leur enveloppe tubulaire et s'épanchent dans le liquide environnant qu'ils peuvent faire fermenter. Dans toutes ces expériences, dont il nous a été donné de constater la parfaite exactitude, nous n'avons jamais vu la matière hémi-organisée se transformer en matière organisée sous l'influence de l'oxygène de l'air.

Nous avons, au contraire, observé les mêmes faits relativement au lait que nous avions abandonné pendant quelque temps au contact de l'air. D'abord, nous vîmes se former à la surface du liquide quelques tigelles d'une moisissure que nous reconnûmes appartenir au *penicillium*. Ces tigelles, examinées au microscope, nous laissèrent voir dans leur intérieur une grande quantité de petits grains qui sortirent de l'intérieur des tigelles pour se réunir en un amas de spores, lesquels ne tardèrent pas à s'épancher dans le liquide, et, par suite, se trouvèrent emprisonnés dans le caséum avec lequel nous fîmes du fromage. Ce fromage, ayant séjourné dans une cave froide et obscure, éprouva les mêmes modifications que celles qu'il subit pendant son séjour dans les caves de Roquefort ; et cela sous les mêmes influences, c'est-à-dire à la suite du développement du pénicillium à sa surface. Maintenant, ces globules qui prennent naissance dans l'intérieur du pénicillium sont-ils les mêmes que ceux

qui constituent la levûre de bière? M. Trécul pense qu'il en est ainsi, et il fonde son opinion sur l'expérience suivante : des flacons d'eau sucrée ayant été ensemencés avec des spores globuleuses vertes du pénicillium, on vit, au bout de huit à douze jours, ces spores se transformer en cellules de levûre, dont on pouvait suivre les progrès en voyant les spores grossir et se décolorer. Cette levûre détermina bientôt une fermentation si énergique que le bouchon était chassé avec violence et détonation, et le liquide projeté au dehors, aussitôt que les liens étaient enlevés.

Quoi qu'il en soit de la dissidence des opinions de MM. Pasteur et Frémy, elles ne nous paraissent pas aussi tranchées qu'on serait tenté de le croire à première vue ; l'un et l'autre admettent, en effet, que les fermentations sont dues à des germes organisés qui, suivant l'un, seraient transportés par l'air et parviennent ainsi jusque dans les milieux qu'ils doivent faire fermenter, tandis que, suivant l'autre, ces germes prennent naissance dans les moisissures qui se développent sur les matières fermentescibles, lesquelles, au bout de peu de temps, renferment dans leur intérieur les germes qui ont pris naissance dans les moisisures. Mais dans l'une et l'autre de ces manières de voir la fermentation se trouve placée sous la dépendance de la force vitale, ou, comme le dit si bien M. Pasteur, *la fermentation est un acte corrélatif de la vie d'un être organisé.*

Cette manière de voir semble bien éloignée de celle de M. Liebig, qui ne voit dans la fermentation que le résultat de la décomposition d'une substance organisée, et cependant ces deux opinions, en apparence contraires, ont cependant quelques points de contact, ainsi que le reconnaît M. Liebig lui-même, car il dit : « En se plaçant au point de vue chimique, dont je ne me suis pas écarté, un acte vital est un acte de mouvement, et, dans ce sens, la manière de voir de M. Pasteur n'est pas en opposition avec la mienne et ne la contredit nullement. On observe que la levûre conservée sous l'eau s'altère et finit par tomber en putréfaction, comme une matière animale. Ce phénomène a un commencement, une certaine durée et une fin : cela suppose que les particules de la levûre se trouvent dans un état de déplacement et de transport, c'est-à-dire de mouvement dont le résultat est un dédoublement en d'autres combinaisons plus simples, ne s'altérant pas au contact de l'air ; dans ce cas, au moment où le mouvement cesse, commence un état d'équilibre. »

On voit, d'après cela, que les opinions qui paraissent les plus contraires, et qui ont donné naisance aux discussions les plus vives et même les plus passionnées, ont cependant entre elles des points de contact qui peuvent servir de trait d'union entre des théories qui semblent, au premier abord, se contredire d'une manière absolue. C'est souvent pour n'avoir pas défini d'une manière bien précise les phénomènes soumis à l'examen, et faute de s'entendre sur la valeur des mots, que naissent les discussions. Ainsi, dans le cas actuel, il est bien certain que, si on entend par ferment tout ce qui est capable de produire une certaine modification dans les substances organiques, on ne saurait soutenir que les ferments sont des êtres organisés dont la vie se manifeste par les modifications qu'ils font éprouver aux substances avec lesquelles ils se trouvent en rapport ; car il est également certain que la diastase, l'émulsine et une foule d'autres corps qui jouissent des mêmes propriétés, ne sauraient être considérés comme des substances douées d'organisation ; ce sont des corps qui agissent par leur présence, et en vertu d'une force qu'on n'a pas encore bien définie quoiqu'on lui ait donné le nom de *force catalytique.* Les vrais ferments sont ceux qui portent en eux-mêmes les caractères de substances organisées, vivantes, susceptibles de se reproduire, et qui donnent naissance à ce que M. Pasteur nomme avec raison *des fermentations proprement dites*, car dans ce cas la fermentation n'est qu'un des actes par lesquels se manifeste leur existence, tandis que *les ferments catalytiques* ne sont que des sécrétions produites par les premiers, et cette manière d'envisager le phénomène de la fermentation aurait pour avantage de conduire à l'interprétation des modifications qui s'accomplissent dans l'intérieur des corps vivants.

Une fois qu'on se sera bien entendu sur les mots, et qu'on aura fait disparaître les logomachies qui ne servent qu'à embrouiller les questions, on aura plus fait pour la science qu'en se livrant à des recherches microscopiques dans lesquelles les observateurs ne parviennent jamais à voir les choses qui paraissent favorables à l'opinion de leurs adversaires, tandis qu'ils aperçoivent très-distinctement tout ce qui vient à l'appui de leurs idés. C'est cette lucidité à

certains égards, et cette cécité complète quand il s'agit d'opinions contraires aux nôtres, qui éternise les discussions, et qui s'oppose à ce que la lumière puisse jaillir du sein des discussions dans lesquelles se trouvent engagés des savants d'un égal mérite, et également intéressés à la découverte de la vérité.

Une fois qu'on se sera bien entendu sur les mots, il deviendra plus facile de rendre à chacun ce qui lui appartient dans ce travail commun qui a pour but l'étude de la nature, et où chaque savant apporte sa pierre pour construire un édifice qui attendra pendant bien longtemps encore un couronnement. C'est, du reste, ce que nous avons tenté de faire dans ce Mémoire, que nous soumettons à l'appréciation de tous les savants impartiaux.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

Séance du 20 mai 1872. — Mémoire sur les théories des quatre planètes supérieures : Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune; par M. Le Verrier. — « J'ai eu l'honneur, dit l'illustre astronome, de présenter à l'Académie, à diverses époques, une suite de recherches concernant le système des quatre planètes les plus voisines du Soleil : Mercure, Vénus, la Terre et Mars. Bien qu'à une date antérieure je me fusse déjà occupé des grosses planètes, j'avais éprouvé le besoin, avant de poursuivre, d'établir sur des fondements solides la théorie du mouvement de la Terre, qui sert de base à toutes les autres; cette étude m'entraîna dans celle des trois planètes les plus voisines et qui constituent la partie inférieure du système planétaire.

Ces travaux ont montré que les mouvements de la Terre et de Vénus sont représentés par la théorie avec toute l'exactitude que comportent les observations. Mercure et Mars présentèrent, au contraire, des incertitudes.

Les difficultés en présence desquelles on se trouvait à l'égard de ces deux dernières planètes se trouvèrent toutefois circonscrites par un examen attentif. On arriva à reconnaître que, pour tout mettre d'accord, théories et observations, il devait suffire d'augmenter le mouvement séculaire du périhélie de Mercure et le mouvement séculaire du périhélie de Mars; ce qui impliquait qu'il existât, d'une part, dans les environs de Mercure, et, de l'autre, dans les environs de Mars, des quantités notables de matières dont on n'avait point encore connaissance.

Ces déductions se sont trouvées vérifiées à l'égard de Mars. On a constaté que la matière dont on n'avait pas tenu compte devait être ajoutée à la Terre elle-même, la masse de notre planète ayant été estimée trop petite de un huitième environ.

La vérification n'est point encore complète à l'égard de Mercure. Divers astronomes ont constaté le passage devant le Soleil de petits corps qui ne sauraient être autre chose que de minimes planètes; mais on n'est parvenu à établir le cours d'aucune d'elles. Qu'il s'agisse de l'action d'un certain nombre de petites masses ou de celle d'une matière disséminée dans les environs du Soleil, la théorie de Mercure a été établie avec assez de soin, et les passages de la planète devant le Soleil fournissent des observations trop précises pour qu'on puisse douter de l'exactitude des résultats; d'autant plus qu'ils ont été obtenus de la même façon que pour Mars, et que pour cette dernière planète la vérification ne s'est pas fait attendre.

Des recherches analogues sur le système des quatre grosses planètes les plus éloignées du Soleil offriraient un intérêt; elles nous fourniraient des données sur la matière encore inconnue qui pourrait se trouver dans ces parages. Il ne serait point impossible qu'on arrivât ainsi à constater l'existence de quelque planète située au-delà de Neptune, et à circonscrire l'espace où les recherches devraient être tentées. En tout cas, on aurait préparé les matériaux nécessaires pour hâter les découvertes à venir.

La première partie du travail qu'il s'agit d'effectuer consiste dans la détermination des mouvements que chacune des quatre planètes éprouve par l'action des trois autres. C'est cette première partie que je présente aujourd'hui à l'Académie.

En présentant à l'Académie cette première partie d'une œuvre assez considérable, je ne forme qu'un vœu : c'est que l'Académie ne juge point le travail indigne de lui être offert et de recevoir sa haute approbation. »

L'Académie se gardera bien d'y manquer, car elle se rappelle encore que M. Le Verrier l'a sauvée du ridicule des autographes Chasles sur Pascal-Newton, auxquels croyaient ses membres les plus renommés. — Dans la presse, l'abbé Moigno était plein de foi, tandis que M. W. de Fonvielle éreintait les prétendus autographes avec une rare énergie.

M. Le Verrier continue :

« Pour pouvoir le continuer, il faudrait :

1° Calculer les formules et les réduire en tables provisoires;

2° Rassembler toutes les observations exactes des quatre planètes et les discuter à nouveau pour bien rapporter les positions à un même système de coordonnées;

3° Au moyen des tables provisoires, calculer les positions apparentes des planètes pour les époques des observations;

4° Comparer les positions observées avec les positions calculées, en conclure les corrections des éléments elliptiques des quatre planètes et vérifier si l'accord est alors parfait;

5° Dans le cas contraire, en rechercher les causes.

Mais s'il nous est permis de dire que la seule théorie du Soleil comprend douze volumes in-folio de calculs, chacun comprendra que le programme que je viens de tracer ne peut être réalisé qu'au prix d'un labeur qui ne saurait être l'œuvre d'un homme isolé.

Privé de tous les modes de ressources nécessaires à l'astronome, je ferais un acte de peu de sagesse si, dans la situation actuelle, je m'engageais dans la suite d'un pareil travail.

Je reste néanmoins aux ordres de l'Académie. »

L'Académie va, dit-on, voter des fonds à M. Le Verrier; mais ce qu'elle devrait faire plutôt, M. Delaunay y consentant, bien entendu, et ce savant ne demanderait pas mieux de quitter les galères de l'Observatoire, ce serait de faire réintégrer l'ancien directeur dans cet établissement où à lui seul il fait plus de besogne que tous les calculateurs réunis.

M. Le Verrier a été *destitué* sous l'Empire, il convient à la République de le rétablir dans la position élevée où il peut rendre tant de services à la science.

Le monde savant a oublié les exigences trop tyranniques de ce savant corrigé aujourd'hui, et se félicitera de le voir de nouveau diriger les recherches astronomiques en France.

— Des moyens d'augmenter les effets des actions électro-capillaires, dans les corps organisés, et des effets du même genre produits dans les corps organisés vivants (9e mémoire qui sera suivi de plusieurs autres); par M. Becquerel.

— Le Père Secchi envoie le résumé de ses observations des protubérances solaires, du 1er janvier au 29 avril.

— Sur le terrain oolithique ou jurassique de la Vendée; par M. A. Rivière.

— Sur les terrains houillers des bords du Rhin; par M. H. Douvillé.

— Étude minéralogique de la serpentine grise. D'après M. Stanislas Meunier, les roches réunies sous le nom de *serpentines* présentent, à côté de caractères communs, des différences considérables. Elles constituent une famille plutôt qu'une espèce. Le sujet de sa note présente est l'étude de la constitution minéralogique des roches qui rentrent dans le type des serpentines grises et grenues, si abondamment représentées dans les Alpes. D'après les analyses qu'il communique, il s'est assuré que les serpentines grises et grenues consistent essentiellement dans le mélange des quatre minéraux suivants : *magnétite, pyroxène, péridot, magnésite*.

— Des relations qui existent entre le nombre de vibrations des sons musicaux et leurs intervalles. Règle à calcul acoustique; par M. G. Guéroult.

— Sur les forces électromotrices développées au contact des métaux et des liquides inactifs (suite); par M. J. M. Gaugain.

— Note sur les courants induits résultant de l'action des aimants sur les bobines d'induction normalement à leur axe; par M. Du Moncel.

— Segmentation de la cicatricule dans l'œuf des poissons plagiostomes; par M. Z. Gerbe.

— Sur les colorations bleues chez les poissons; par M. G. Pouchet.

« Les botanistes ont, depuis longtemps, classé les colorations des fleurs des végétaux en deux catégories, selon qu'elles appartiennent à la moitié la moins réfrangible (série xanthique) ou la plus réfrangible du spectre (série cyanique). La coloration des animaux, au moins en ce qui concerne les poissons et les crustacés, peut donner lieu à une distinction anatomique de même ordre. Ces colorations constituent deux groupes bien distincts, à côté d'un troisième groupe formé par les colorations brunes et noires.

Celles-ci, connues depuis longtemps, sont dues à la présence de granulations généralement très-fines et très-foncées, insolubles dans l'acide sulfurique concentré (pigment mélanique).

Une seconde classe (série xanthique) s'étend du rouge à l'orangé et au jaune inclusivement. Les pigments de cette série sont tantôt à l'état grenu et tantôt à l'état de dissolution réciproque, dans la substance contractile des éléments anatomiques que nous avons désignés sous le nom de *chromoblastes*. Il est extrêmement rare d'y trouver un pigment appartenant à la portion la plus réfrangible du spectre, et quand cela arrive, comme chez la crevette grise (*C. vulgaris*), les chromoblastes à pigment violet sont en quelque sorte les antagonistes des chromoblastes à pigment jaune; ils s'étalent sous les influences qui resserrent ceux-ci; ils se rétractent quand les autres se mettent en expansion.

La troisième classe (série cyanique) n'a rien de commun avec la précédente. On ne trouve jamais, en particulier, de pigment bleu dans la substance des chromoblastes. Les colorations bleues sont partout dues, chez les poissons et chez les crustacés, soit à de véritables *teintures* qui imprègnent à la fois plusieurs tissus, soit à des phénomènes optiques spéciaux. Dans la première variété rentrent : la couleur bleue du test du homard ; celle qu'offre passagèrement le palémon ; la teinte verte des organes, os, muscles, derme, etc., de la moitié supérieure du corps chez l'*Esox belone*, et celle, non moins vive, qu'offre la scorpène, où presque toutes les parties, os, muscles, œsophage, intestin, en sont imprégnées. jusqu'au liquide péritonéal qu'on peut conserver plusieurs mois avec sa couleur vert bleuâtre, dans des tubes bouchés.

Quant aux belles nuances violettes ou franchement bleues de certains poissons, nous avons pu nous assurer, par une série de recherches faites aux viviers laboratoires de Concarneau, qu'elles tiennent à un phénomène optique qui ne paraît point avoir fixé jusqu'ici l'attention des anatomistes. »

— De l'influence de la congélation sur le poids des tissus végétaux ; par Ed. Prillieux. — L'auteur a constaté par des expériences concluantes que les tissus des végétaux gelés rejettent, lors de la congélation qu'on leur fait subir, une portion de leur eau et perdent par suite une partie de leur poids.

On sait, ainsi que le rappelle M. Prillieux, que Dalibard, sous la direction de Buffon, avait constaté que quand le froid est assez vif pour déterminer la congélation de l'eau, les bois engagés dans la glace perdent une portion notable de leur poids. Dalibard avait attribué avec raison ce phénomène à ce que les bois, en se contractant par l'effet du froid, expulsent une partie de l'eau dont ils sont imbibés.

M. Hofmeister avait bien constaté comme Dalibard la diminution de poids, mais il l'attribuait à l'air contenu dans la partie aqueuse des tissus qui restait dans l'intérieur des cellules ligneuses. Après que le bois est dégelé, disait-il, ces bulles d'air demeurent dans l'intérieur du bois et en diminuent le poids.

M. Prilleux infirme cette explication par ses expériences et attribue seulement à l'eau qui est expulsée la perte de poids que subit le tissu du végétal.

— Réponse à une note de M. Garrigou, intitulée : « De l'unité de composition des Pyrénées ; par M. A. Leymerie. »

— Sur les aurores boréales. — Lettre de M. Förster à M. Delaunay, à propos des observations précédentes de M. Donati.

— M. S. Papillon, le père de notre collaborateur Fernand Papillon, adresse une note portant pour titre : « De la force centrifuge libre. » Nous la publierons en partie dans notre prochaine livraison.

Séance du 27 mai. — M. Tresca, nommé dans l'avant dernière séance membre de l'Académie, prend place sur le fauteuil devenu vacant par la mort de M. Combes. — Le président de la République a envoyé son approbation à cette élection. M. Tresca est présent, il paraît très-satisfait. Soyez heureux, M. Tresca, c'est là le vrai bonheur.

— Du fer contenu dans le sang et dans les aliments; par M. Boussingault. Ce mémoire herculéen est très-long et plein de chiffres, il mériterait d'être reproduit en entier. Comme la place nous manque, nous allons, après avoir contrôlé l'exactitude des chiffres, nous servir du résumé très-bien fait que nous trouvons dans la séance du *Journal officiel,* rédigé toujours avec un véritable talent par M. de Parville.

« M. Boussingault lit un intéressant mémoire sur le fer contenu dans le sang et les aliments. Le fer entre dans la constitution du sang. Ainsi, dans le sang de l'homme, on trouve 0gr.051 de fer; dans celui du bœuf, 0gr.055; celui du porc, 0gr.059; l'oie, 0gr.037; la grenouille, 0gr.042. Il faut donc bien, comme conséquence, que nos aliments en renferment, et par suite, le fer semble aussi nécessaire à la vie végétale qu'à la vie animale. Le prince de Salm Horstmar, dans ses expériences remarquables sur le rôle des substances minérales dans la végétation, a communiqué la chlorose à l'avoine, au colza, en les faisant naître dans un sol exempt de fer; chlorose qu'il fit disparaître par l'intervention de l'élément ferrugineux. C'est Eusèbe Gris qui, dès 1849, rattacha le premier la chlorose des feuilles à l'absence ou l'insuffisance des sels de fer. C'est Verdeil aussi qui appliqua pour la première fois aux plantes la dénomination de chlorose empruntée à la pathologie, parce que le fer avait été trouvé dans la chlorophylle dans le même état que dans l'hématosine du sang.

Il y avait intérêt, d'après cela, à doser le fer dans les aliments. M. Boussingault l'a dosé aussi dans le vin, la bière et dans quelques-unes des eaux de Paris. Il a trouvé : sang de bœuf, 0gr.0375; sang de porc, 0gr.0634; chair musculaire de bœuf, 0gr.0048; chair de veau, 0gr.0027; chair de poisson (merlan), 0gr.0015; merlan (poisson entier), 0gr.0082; lait de vache, 0gr.0018; œuf de poule sans la coque, 0gr.0057; pain blanc, 0gr.0048; pommes de terre, 0gr.0016; pommes, 0gr.0020; foin, 0gr.0078; froment (paille), 0gr.0066; vin rouge de Beaujolais, 0gr.0109; bière, 0gr.0040; eau de Seine (Bercy), 0gr.00040; eau de la Marne, 0gr.00105; eau de la Dhuys, 0gr.00104; eau de Grenelle, 0gr.00160; eau de Passy, 0gr.00280.

Dans la ration du marin français : pain, viande, légumes secs, café, vin, etc., on trouve en tout, fer : 0gr.0661. Dans la ration du soldat, 0gr.078; d'un ouvrier anglais, 0gr.0912; d'un forçat, 0gr.0591, etc. Chez un individu ayant atteint son entier développement, le fer de la ration ne fait que traverser l'organisme; on trouve une quantité de fer dans les excréments égale à la quantité introduite. Pour tout animal en voie de croissance, tout le fer ne sera pas éliminé, et il y en aura chaque jour de fixé dans l'organisme, comme il y a, dans ces conditions, fixation d'azote, de phosphates, de phosphore, de soufre, par cela même qu'il y a production de sang, augmentation de chair musculaire, dont le fer est partie intégrante.

La proportion suivant laquelle le fer est réparti dans l'organisme est d'environ un *dix millième* du poids de l'animal. Ainsi, on trouve 3gr.38 pour un mouton pesant 32 kilogrammes, on trouve pour une souris de 27 grammes et brûlée dans une moufle, 0gr.0030; pour un merlan pesant 182 grammes, 0gr.0149.

C'est au fer que l'on attribue la couleur rouge du sang. L'hématosine, matière colorante des globules, en contiendrait au nombre de ses éléments; mais la présence de ce métal n'explique pas la coloration, puisque les expériences de MM. Mulder et Van Goudoever prouvent qu'elle peut en être dépouillée entièrement sans perdre sa couleur. D'ailleurs M. Boussingault trouve du fer dans le sang blanc des invertébrés. Si l'on ouvre le cœur d'une huître, d'un colimaçon on trouve un liquide qui est bien du sang au même titre que le fluide nourricier de l'homme ou du cheval ; mais c'est du sang blanc. Or, le microscope montre que ce sang incolore est à peu près constitué comme le sang coloré des vertébrés. M. Boussingault a constaté que le sang et la chair des colimaçons renferment à peu près autant de fer que le sang et la chair d'un bœuf.

Rapprochement curieux. Si le sang blanc des invertébrés contient à peu près autant de fer que le sang rouge des vertébrés, de même les plantes exemptes de matières colorantes vertes, telles que les champignons, renferment du fer, comme celles qui en sont pourvues.

Enfin, M. Boussingault fait remarquer en terminant que, de toutes les substances consommées par l'homme, le sang est certainement l'aliment le plus riche en fer. En Europe, le sang de porc est à peu près le seul que l'on accepte. Le sang des autres animaux a une odeur particulière. Il serait peut être bon de rappeler qu'en Amérique, dans les steppes du Sud, on le mange après l'avoir assaisonné avec des condiments très sapides. C'est un usage très-ancien. Lors de la conquête, les Espagnols constatèrent avec étonnement que les Indiens de Cibola (Nouvelle-Espagne), se nourrissaient du sang des bisons tués dans leurs chasses. »

— M. Bouillaud se félicite que M. Boussingault ait jeté de nouvelles lumières sur le rôle du fer dans l'organisme. Depuis un demi-siècle, le rôle du fer dans la pathologie devient de plus en plus important. Grâce aux recherches de M. Andral et aux nouvelles analyses de M. Boussingault, on aura tous les éléments possibles pour l'administrer en proportion réellement utile. Le fer a une action souveraine dans une maladie qui n'a assurément rien de nouveau, qui a toujours existé, bien que confondue sous d'autres noms, et qui atteint un nombre énorme de personnes, hommes aussi bien que femmes; nous voulons parler de la chlorose, de l'anémie et de la chloro-anémie. Un nombre beaucoup plus considérable qu'on ne le pense d'hommes et de femmes sont anémiques ou chlorotiques.

Autrefois, cette maladie, qui était aussi commune qu'aujourd'hui, était réservée par les médecins aux affections des jeunes filles : c'était le *morbus virgineus*, et l'on traitait les malades précisément de façon à augmenter la maladie. On retirait du sang, alors que la maladie provenait déjà du manque de richesse du sang. Il faut, au contraire, tout tenter pour refaire le sang par une alimentation abondante. L'anémie ne réside que dans un défaut de proportion entre les éléments sanguins; il faut tendre à augmenter le nombre des globules. Eh bien le fer jouit d'une propriété reconstituante énergique. Et, quand on me dit : « Je ne puis pas digérer le fer, c'est un médicament qui ne s'absorbe pas, » je réponds : « Ce n'est pas un médicament, c'est un aliment. » Ce que vient de dire M. Boussingault confirme de tout point mon opinion.

— Sur la culture de la vigne, dans les terrains argileux, par M. Becquerel.

— M. Wurtz annonce la découverte qu'il vient de faire d'un nouveau corps qui jouit de la singulière propriété d'être tout à la fois un alcool et une aldéhyde.

Le nouveau corps est un polymère de l'aldéhyde ordinaire C^2H^4O, et sa composition est représentée par la formule $C^4H^8O^2$. Voici dans quelles circonstances il prend naissance :

« Lorsqu'on abandonne à lui même un mélange d'aldéhyde pure, d'eau et d'acide chlorhydrique, la liqueur, d'abord incolore, prend, au bout de quelques jours, une teinte fauve d'autant plus foncée que la proportion d'acide chlorhydrique est plus considérable. Il convient de prendre, pour 1 partie d'aldéhyde, 1 partie d'eau au moins et 2 parties d'acide chlorhydrique à 21 degrés Baumé.

On mélange d'abord l'aldéhyde avec l'eau refroidie à zéro; on place le liquide dans un mélange réfrigérant, et l'on y ajoute peu à peu l'acide chlorhydrique refroidi lui-même à — 10 degrés. Quand la température est maintenue très-basse, le liquide ne se colore pas, et se prend quelquefois en une masse de cristaux de paraldéhyde (1). Il se liquéfie de nouveau au-dessus de zéro, et se colore peu à peu lorsqu'il est abandonné à lui-même. Dès qu'il a pris une teinte fauve et que l'odeur de l'aldéhyde et de la paraldéhyde se font sentir plus facilement, on neutralise le liquide en y ajoutant des cristaux de carbonate de soude, et on l'agite ensuite à plusieurs reprises avec de l'éther. La solution éthérée, distillée au bain-marie, laisse un liquide transparent, légèrement coloré, qui devient sirupeux par le refroidissement. Lorsqu'on distille ce produit dans le vide, il abandonne d'abord de l'éther, puis de l'eau, puis il passe, entre 90 et 105 degrés, sous une pression de 2 centimètres de mercure, un liquide parfaitement incolore, qui demeure fluide aussi longtemps qu'il est chaud, mais qui, après le refroidissement, prend la consistance et la parfaite transparence du sirop de sucre le plus épais. Ce corps est l'aldéhyde-alcool, qui fait l'objet de cette note, et que je nommerai par abréviation *aldol*.

---

(1) On a constaté qu'un mélange de paraldéhyde et d'acide chlorhydrique fournit le nouveau polymère de l'aldéhyde dans les mêmes conditions que l'aldéhyde elle-même.

Ce corps est tellement visqueux à zéro, qu'on peut retourner le tube qui le renferme sans qu'il s'écoule. Lorsqu'on le chauffe doucement, il devient fluide comme de l'eau, et ce n'est que quelques heures après le refroidissement qu'il reprend entièrement sa consistance visqueuse. Sa densité à zéro est égale à 1.1208; à 16 degrés, elle est égale à 1.1094; à 49°.6, elle est égale à 1.0819.

— Sur les mammifères dont les ossements accompagnent les dépôts de chaux phosphatée des départements de Tarn-et-Garonne et du Lot; par M. P. Gervais.

— Note relative à la dernière éruption du Vésuve. — M. de Verneuil, qui a assisté au curieux spectacle que vient de présenter le Vésuve, met sous les yeux de l'Académie quelques échantillons de *lapilli* lancés par le grand cône du Vésuve, pendant la dernière éruption.

L'abondance de ces produits est un des caractères distinctifs de l'éruption qui vient d'avoir lieu. Aucune, depuis 1822, n'avait projeté sur les pays environnants une aussi grande quantité de cendres et de lapilli. C'est le lundi 29 avril, trois jours après la sortie des principales masses de lave, que le phénomène a acquis toute son intensité. M. de Verneuil, arrivé à Naples le 28 avril, monta le lendemain à l'observatoire. Un nuage noir enveloppait toute la montagne. La route de Naples à Résina était couverte d'une couche de cendres de 2 à 3 centimètres d'épaisseur. Quand la nuée passa sur la tête du géologue français, elle laissa tomber une multitude de lapilli dont la grosseur moyenne était celle d'une noisette; les pierres tombaient comme de la grêle; il y eut bientôt sur le sol plus de 5 à 6 centimètres d'épaisseur de cendres et de lapilli. Lorsque M. de Verneuil parvint à l'observatoire, il y trouva, comme deux sentinelles fidèles, le directeur M. Palmieri, et son aide M. Diego Franco. Le sol de l'observatoire tremblait et le bâtiment lui-même éprouvait une sorte de trépidation qui mettait en mouvement les instruments.

Du sommet de l'observatoire et à l'abri de la grêle de lapilli qui frappaient les vitres et en cassaient quelques-unes, M. de Verneuil put distinguer parfaitement l'étendue de la principale coulée.

Les vapeurs blanchâtres qui s'échappaient des fumerolles, abondantes surtout aux extrémités, dessinaient très-bien le contour des laves nouvelles, qui, du reste, ont suivi à peu près le même itinéraire que celles de 1855.

« Quand je quittai l'observatoire, dit M. de Verneuil, le spectacle était émouvant. Au milieu de la sombre et épaisse nuée qui couronnait le Vésuve, éclatait le tonnerre dont les coups redoublés dominaient à peine le roulement continuel et assourdissant de cette vaste fournaise. Dès le matin s'était déclarée une tempête venant de l'est, qui rabattait le nuage vers nous et nous inondait de cendres, de lapilli, mêlés de quelques gouttes de pluie.

Quant aux maux produits par l'éruption, ils sont moins grands que ne le supposait d'abord l'opinion publique effrayée. Le nombre des personnes surprises par la lave dans la nuit du 25 au 26 avril, entre l'observatoire et l'Atrio del Cavalo, est de 12 ou 13. Pour ce qui concerne les dommages des champs, les laves ayant suivi la même route qu'en 1855 et 1854, ont fait moins de ravage que si elles avaient recouvert sur toute leur étendue un pays cultivé; enfin si les cendres chaudes et acides ont détruit une grande partie des récoltes, c'est un mal passager, car on sait que les cendres du Vésuve, mêlées à la terre végétale, ne tardent pas à devenir très-fertiles. »

— M. Guiscardi, qui avait envoyé précédemment une note sur l'éruption du Vésuve, la complète par de nouveaux détails et des indications précises, à la demande que lui faisait M. Charles Deville.

— M. de Vibraye lit une note très-intéressante relative à l'apparition au centre de la France de plantes fourragères exotiques.

Pendant la guerre, on fut obligé de faire venir des fourrages de la région méditerranéenne et de l'Algérie. Ces fourrages, dispersés dans les campements du centre, auraient permis aux graines exotiques de pénétrer dans le sol, si bien qu'il en est résulté une végétation luxuriante qui a résisté aux rigueurs de l'hiver et dont les animaux se montrent très-friands. Il y a là un très-grand nombre d'espèces groupées dans plusieurs régions. On peut dire que c'est pour notre agriculture un véritable événement. C'est l'importation sur une

grande échelle de végétaux algériens dont l'acclimatation est désormais faite et qui nous rendront de très-grands services.

— M. Delaunay présente, de la part de M. le capitaine d'état-major Perrier, sa première partie de la *Description géométrique de l'Algérie*, et donne des indications sur le travail géodésique qui doit servir de fondement à la carte de l'Algérie.

— L'Académie procède à la formation d'une liste de deux candidats qui devra être présentée à M. le ministre de l'instruction publique, pour la chaire de paléontologie, actuellement vacante au Muséum d'histoire naturelle, par suite du décès de M. Lartet.

Au premier tour de scrutin, destiné à désigner le premier candidat, le nombre de votants étant de 44,

M. Gaudry obtient........................ 44 suffrages.
M. Fischer................................ 2 —

Au second tour de scrutin, destiné à désigner le second candidat, le nombre de votants étant de 43,

M. Fischer obtient........................ 42 suffrages.

Il y a un billet blanc.

— Nouveaux exemples du danger résultant du voisinage des masses métalliques pendant les orages; par M. W. de Fonvielle.

— M. E. Basse adresse une note relative à un exemple de foudre globulaire, observé à Brives le vendredi 17 mai.

— M. Malinowski adresse de Cahors diverses communications nouvelles, relatives aux phosphates de chaux naturels du Quercy.

Il pense que la présence de la truffe à la surface du sol est un signe annonçant la présence de gisements de phosphate de chaux.

— M. Sappey prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante par M. Stanislas Laugier, le chirurgien.

On dit, à propos de la nouvelle élection, que l'Académie supprimerait les médecins et les chirurgiens, et les remplacerait par des physiologistes. On verra bien.

— M. Marey adresse la même demande pour la future élection.

— M. Dumas, toujours très-bienveillant pour la presse, présente avec des éloges, mérités d'ailleurs, les *Causeries scientifiques* de M. H. de Parville. Cet ouvrage, retardé par les derniers événements militaires et révolutionnaires qui viennent de s'accomplir, se compose de deux volumes in-18. Le tome de 1870 est entièrement consacré à l'art militaire, aux inventions concernant la défense, aux deux siéges de Paris, artillerie européenne, fortification, canonnières, etc. Le tome de 1871 résume le mouvement scientifique pendant les malheureux événements que nous avons traversés : peste bovine, aérostat Dupuy de Lôme, tunnel des Alpes, nouvelles poudres, éclipse de 1871, etc., etc.

— M. Balard communique, au nom de M. B. Renault, chef des travaux chimiques de l'École de Cluny, un nouveau procédé de reproduction des dessins, qui semble très-simple à mettre en pratique. Prenons pour exemple une écriture à reproduire un grand nombre de fois. On écrira avec une encre visqueuse, de la résine, du benjoin dissous dans du ricin; les caractères doivent être renversés. Puis on saupoudrera cette encre avec de la poudre de bronze. Il n'y aura plus qu'à mettre l'écriture en contact d'un papier imprégné d'azotate d'argent ou d'azotate de mercure pour voir les lettres apparaître sur sa surface. Le tirage pourra se faire indéfiniment, car la poudre de bronze épuisée, il suffira de laver la planche à l'alcool et de saupoudrer de nouveau avec la poudre métallique. Les spécimens envoyés par l'auteur sont bien réussis.

— M. Burq revient, pour la dixième fois au moins, sur l'immunité dont jouissent, dans les épidémies cholériques, les ouvriers qui travaillent le cuivre. Rappelons à M. Burq que l'on a essayé les préparations de cuivre sur les cholériques et qu'elles ont échoué; que lui-même, atteint du choléra, se les est appliquées et a manqué d'en mourir. Maintenant, que l'on donne un prix de persévérance et de statistique à M. le docteur Burq, nous ne nous y opposons pas.

— Réponse à une note du Père SECCHI sur quelques particularités de la constitution du soleil; par M. RESPIGHI.

— MM. BERTON, CAYLEY et C. JORDAN présentent des mémoires de mathématiques.

— De quelques applications de la règle à calcul acoustique; par M. G. GUÉROULT.

— Sur une nouvelle base organique dérivée des sucres. Note de M. G. BOUCHARDAT, le fils du père Bouchardat.

— Influence du terreau sur l'ameublissement des sols; par M. TH. SCHŒLSING.

— Sur la poudre de blanchiment; par M. CRACE-CALVERT. — Le procédé d'analyse auquel l'auteur s'est arrêté est le suivant : On épuise par l'eau un poids connu de poudre de blanchiment; on obtient un résidu insoluble, et la solution filtrée est traitée par un courant d'acide carbonique qui n'attaque pas le chlorure de calcium, mais décompose l'hypochlorite. Lorsque toute la chaux de l'hypochlorite est précipitée, une partie se redissout à l'état de bicarbonate; il faut donc soumettre le liquide à une ébullition prolongée, pendant laquelle le bicarbonate est décomposé. Le carbonate ainsi formé est recueilli sur un filtre, lavé et transformé en sulfate de chaux que l'on pèse et qui donne la quantité de chaux que contient l'hypochlorure. Le liquide filtré contient le chlorure de calcium non décomposé par l'acide carbonique; on peut, soit doser son chlore par le nitrate d'argent et en déduire le chlorure de calcium, soit obtenir directement ce composé en évaporant à siccité et en fondant la masse; ces procédés donnent les mêmes réseltats.

J'ai opéré sur différentes poudres provenant des fabriques les plus importantes de l'Angleterre.....

Il résulte de ces analyses qu'une série de poudre de blanchiment, de provenances diverses et même de fabrications diverses, donne à peu près les proportions de 1 partie d'hypochlorite de chaux pour 2 parties de chlorure de calcium.

— Sur le prétendu crustacé, au sujet duquel Latreille a créé le genre *Prosopistoma*, et qui est un insecte hexapode; par MM. N. JOLY et E. JOLY.

— Sur les batraciens anoures à petits et à gros têtards, par M. S. JOURDAIN.

— Démonstration expérimentale de l'action des boissons dites spiritueuses sur le foie; par M. Z. PUPIER, présentée par M. CLAUDE BERNARD.

— Étude sur les lois des cyclones et des tempêtes et sur leur représentation géométrique. Note de M. FRON, présentée par M. DELAUNAY.

— Bolides observés en Piémont, le soir du 24 avril 1872. Note du Père DENZA, présentée par M. LE VERRIER.

— Production d'un phosphure de fer cristallisé. Note de M. SIDOT, présentée par M. DAUBRÉE. — Ce nouveau phosphure de fer, jouissant à un très-haut degré des propriétés magnétiques, s'obtient en faisant passer de la vapeur de phosphore en excès sur du fil de clavecin entassé dans un tube de porcelaine qui est chauffé au rouge clair. A cette température le phosphure ne tarde pas à s'unir au fer pour former un phosphure cassant et assez fusible, d'un aspect métallique très-prononcé.

La composition de ce phosphure de fer est représentée par la formule Fe^8Ph.. Il contient : Phosphore, 12; fer, 87.

M. DAUBRÉE rappelle, en présentant cette note de M. SIDOT, que du phosphure de fer a été préparé, il y a quelques années, en grand, dans le département des Ardennes, par ce brave M. Boblique, qui réduisait dans un haut-fourneau, en présence du fer, la chaux phosphatée en rognons. Le phosphure de fer ainsi obtenu ressemble, par son aspect métallique et son état cristallin, à celui dont il vient d'être question.

— M. FAUCHER adresse une note relative à une modification des piles pour les appareils électro-médicaux. — M. Becquerel, l'homme pile, examinera celle de M. Faucher.

Séance du 3 juin. — M. de QUATREFAGES, vice-président de l'Académie, rend compte d'une mission que M. EDMOND BECQUEREL et lui viennent de remplir à l'Académie royale des sciences, des lettres et des beaux-arts de Belgique, qui, se préparant à célébrer son centième anniversaire, avait demandé à l'Académie de vouloir bien se faire représenter. La fête a été très-belle, le dîner était excellent, et nous avons été très-bien reçus, disent ces messieurs.

— Sur les régulateurs isochrones, dérivés du système de Watt. — M. Yvon Villarceau décrit le régulateur déposé sur le bureau, une vraie merveille de mécanique, construite par M. Bréguet, et dont il a calculé tous les détails.

Tous ceux qui sont initiés à la mécanique connaissent le régulateur de Watt, que l'on trouve sur toutes nos machines à vapeur; on sait quel est son rôle. Il arrive souvent que le travail d'une machine à vapeur varie sans cesse; elle a, suivant les outils en mouvement ou que l'on arrête dans leur marche, plus ou moins de force à donner. Il est bien clair que si, sur 50 métiers en fonction, on en arrête tout à coup 10, la machine trouvant moins de résistance s'emportera et actionnera les autres avec des vitesses incompatibles avec leur bon fonctionnement.

Pour remédier à cet inconvénient, il fallait combiner un régulateur automatique assez intelligent pour proportionner sans cesse le travail à produire au travail résistant, pour diminuer la quantité de vapeur introduite sur les pistons en raison de la diminution même du nombre des outils employés.

Watt avait imaginé, pour cela, l'appareil très-simple qui porte son nom. L'introduction de vapeur d'un moteur est réglée par une valve; cette valve ferme plus ou moins suivant la vitesse même du volant de la machine. Le volant actionne un système de levier à deux boules qui s'écartent en raison de la vitesse du volant. Quand les deux boules s'écartent sous l'action d'une grande vitesse, comme elles sont liées par l'intermédiaire des leviers à la valvule, elles diminuent l'introduction de vapeur; la machine diminue de vitesse; de telle sorte que le moteur ne peut plus s'emporter, quand on lui diminue tout à coup sa besogne.

Le régulateur de Watt est loin d'être parfait, il ne fonctionne pas avec toute la régularité désirable; aussi depuis longtemps les ingénieurs ont-ils cherché des combinaisons nouvelles pour atteindre le même but avec plus de précision. Ce n'est pas le lieu de rappeler ici tous les systèmes qui ont paru dans l'industrie.

Le régulateur Foucault lui-même, auquel on accorda, dans la personne de Eickens, le grand prix de mécanique à l'Exposition universelle de 1867, ne paraît pas avoir réalisé, pour les appareils à vapeur, du moins, toutes les espérances qu'il avait d'abord fait concevoir. M. Yvon Villarceau a repris le problème. Déjà il avait, analytiquement, abordé la question en 1868 et discuté les formes qui conviendraient le mieux. Il s'agissait en effet de savoir par le calcul si les sphères de Watt étaient bien les solides de forme les plus favorables, si la disposition en parallélogramme des leviers reliant les boules était réellement bonne; si, enfin, il n'existait pas de combinaison mécanique plus rationnelle.

La solution analytique obtenue, on commença l'exécution; mais la guerre étant survenue, il a fallu attendre jusqu'à cette année pour la construction définitive. L'appareil mis sous les yeux du bureau offre une solution élégante, générale et d'une précision extraordinaire. C'est bien cette fois le « régulateur isochrone » par excellence. Et, chose remarquable, chaque pièce de l'instrument a été déduite théoriquement, chaque détail déduit de l'analyse scrupuleusement exécuté. Et quand tous ces éléments ont été groupés, qu'on les a animés, ce n'a pas été sans une grande satisfaction qu'on a vu l'expérience si complétement confirmer le calcul.

M. Yvon Villarceau dit en terminant que, suivant le désir de M. Bréguet, il croit devoir ajouter que c'est la première fois depuis la longue carrière de l'éminent constructeur qu'un projet strictement exécuté conduit à des résultats pratiques identiques à ceux qu'avait annoncés la théorie. Et M. Villarceau en conclut que les praticiens ont tort de ne pas ajouter toute la confiance désirable dans les recherches de l'analyse mathématique. Si souvent il y a des désaccords, c'est que trop souvent aussi l'exécution n'est pas absolument conforme aux déductions du calcul. Le nouvel appareil peut servir d'exemple et de leçon.

— Sur les surfaces divisibles en carrés par leurs courbes de courbure et sur la théorie de Dupin. Note de M. A. Cayley.

— Sur une espèce nouvelle de Paradoxornis; par l'abbé A. David.

— Note sur la distribution des eaux du Rhône, à Nîmes. — M. A. Dumont, ingénieur des ponts-et-chaussées, communique d'intéressants détails sur l'alimentation en eaux potables de la ville de Nîmes.

La filtration des eaux sur grande échelle est maintenant un problème résolu, que l'on profite du lit de gravier et de sable de la rivière comme filtre, ou qu'on en établisse un analogue artificiellement, quand le plancher du fleuve n'est pas sablonneux. Les expériences de M. Dumont ont montré que le volume d'eau qui passe à travers une couche de sable est proportionnel à la pression et en raison inverse de l'épaisseur; qu'après le passage d'un grand volume très-chargé de matières en suspension, ces dernières, quelle que soit leur ténuité, ne pénètrent pas au delà d'une épaisseur de 2 centimètres, et qu'à 15 centimètres il est impossible de découvrir la moindre souillure de sable.

Ce dernier fait explique pourquoi les filtres naturels ne s'engorgent jamais, parce que cette même couche se déposant sur le fond du lit de la rivière est sans cesse nettoyée ou renouvelée par le courant; il démontre aussi qu'il est inutile de donner à la couche de sable des filtres artificiels une épaisseur de plus de 20 centimètres, pourvu qu'on ait souci de renouveler la surface de temps en temps. Ces principes ont été appliqués à Nîmes. Voici les grands traits de ce beau travail.

L'eau du Rhône a été prise à 26 kilomètres de la ville, près de Beaucaire. La filtration des eaux se fait par une grande galerie souterraine de 500 mètres de longueur sur 12 mètres de largeur intérieure, construite d'après le système déjà exécuté à Lyon. Cette galerie est la plus grande d'Europe.

Les eaux sont refoulées d'un seul jet à 10 kilomètres de distance par de puissantes machines à vapeur de 200 chevaux chacune dans une conduite en fonte de $0^{m}.40$ de diamètre intérieur jusqu'à l'aqueduc restauré. Ce refoulement est un des plus grands que l'on ait jamais faits; il a bien réussi. Les machines installées consomment très-peu : seulement $1^{k}.400$ de charbon par heure et force de cheval calculée en eau montée. Le volume quotidien d'eau envoyée à Nîmes et très-bien filtrée est de 30,000 mètres cubes, soit 500 litres par habitant et par jour. La dépense n'a été que de 3,500,000 francs.

L'expérience que nous avons acquise, dit en terminant M. Dumont, dans l'établissement des galeries filtrantes pour Lyon et Nîmes, nous autorise à affirmer que telle est la solution la plus économique et la plus radicale à donner à la question de la clarification des eaux du canal de Marseille. On sera obligé d'y venir tôt ou tard, et le plus tôt sera le mieux, car le décantage actuel n'est qu'un palliatif non-seulement impuissant, mais encore dangereux pour la santé publique.

C'est ainsi que les trois villes de Lyon, Marseille et Nîmes, auront trouvé, dans la pratique de la filtration naturelle, la meilleure solution de la question des eaux potables.

— Sur les bruits et les sons expressifs que font entendre les poissons; par M. Dufossé. — « En continuant les recherches dont j'ai déjà entretenu l'Académie, je crois pouvoir démontrer que deux espèces de chaboisseaux de mer, qui sont des poissons de petite taille, produisent, quand on les saisit ou lorsqu'on les a entre les doigts, un frémissement intense accompagné d'un bruit ou plutôt d'un cri, et quelquefois d'un son commensurable, vibrations sonores qu'ils émettent dans l'atmosphère aussi bien que *sous l'eau*; que ces vibrations sont *volontaires*, de *véritables actes d'expression instinctive*, et, enfin, qu'elles ont pour cause la trémulation musculaire ou la *contractilité wollastonienne*.

Les muscles qui produisent ces vibrations sont situés sur le crâne, dans les parois des cavités buccale et respiratoire de nos chaboisseaux; plusieurs mêmes sont moteurs des parties antérieures du tissu osso-cartilagineux hyoïdien ; de plus, ce sont ces cavités qui, modifiées temporairement dans leur forme et simplement par les mouvements qui leur sont propres, se transforment en un appareil de renforcement de ces vibrations sonores. »

— Sur les lignes de faîte et de thalweg; par M. C. Jordan.

— Sur le frottement additionnel dû à la charge des machines; par M. de Pambour.

— Formation de l'acétylène par la décharge obscure; par M. Berthelot.

— Sur la transformation de l'éthylnaphtaline en acénaphtène; par MM. Berthelot et Bardy.

— Observations de la déclinaison magnétique faites à Batavia et à Buitenzorg pendant l'éclipse du 12 décembre 1871. — Lettre de M. Bergsma à M. Le Verrier.

— Sur la déclinaison magnétique en Algérie. Note de M. Ch. Grad, présentée par M. Le Verrier.

Séance du 10 juin 1872. — M. le Président rappelle à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. le maréchal Vaillant, l'un de ses membres libres, qui vient de mourir le 4 juin dernier.

— M. le marquis de Vibraye revient sur sa communication de l'apparition spontanée en France de plantes fourragères exotiques, à la suite du séjour des armées belligérantes. — Depuis le 3 mai, vingt nouvelles espèces ont fait leur apparition dans nos communes de Cour et de Cheverny, ce qui porte à cent soixante-trois le nombre des plantes fourragères adventices dans le seul département de Loir-et-Cher.

Tous les jours on en découvre de nouvelles, et dernièrement M. Franchet, dans les environs d'Angoulême, où un corps de cavalerie avait établi un camp, a découvert l'existence de quarante-quatre espèces adventices.

Sur la demande de M. le général Morin, les sections réunies d'économie rurale et de botanique sont chargées de rédiger un programme pour la récolte et l'importation des semences des plantes fourragères algériennes propres à notre climat.

— M. Jurien de la Gravière présente un Atlas des Cartes des côtes du Brésil, levées par M. le capitaine de vaisseau Mouchez.

— Détermination du point critique où est limitée la région de convergence de la série de Taylor. Mémoire de M. Marie.

— Sur un nouveau mode d'impression sur étoffes, au moyen de précipitations métalliques; par M. E. Vial. — Ce procédé, que nous publierons la prochaine fois, doit avoir un grand succès, et son emploi peut dès aujourd'hui être répandu dans le public avec avantage pour marquer le linge.

— Sur la théorie des lignes de courbure; par M. A. Ribaucour, présenté par M. O. Bonnet.

— Recherches sur les trichloro-acétates métalliques; par M. A. Clermont. Ce mémoire, qui est la suite des précédentes recherches de l'auteur, est surtout intéressant, en ce qu'il fournit une réaction nouvelle pour reproduire l'acide trichloro-acétique par un nouveau mode d'oxydation du chloral hydraté.

« Quand on mélange, à équivalents égaux, des solutions concentrées de permanganate de potasse et d'hydrate de chloral, on obtient bientôt une réaction très-vive qu'il faut modérer en entourant d'eau froide le vase où l'on a fait le mélange; la masse se boursoufle fortement, à cause du dégagement gazeux qui se produit à son intérieur; la liqueur, filtrée et convenablement évaporée, donne les aiguilles blanches soyeuses de trichloro-acétate neutre de potasse, décrites depuis longtemps par M. Dumas. En doublant la quantité d'hydrate de chloral, dans l'expérience précédente, on obtient le trichloro-acétate acide de potasse, que j'ai obtenu d'abord par l'union directe de ses éléments.

« L'action d'un oxydant énergique, tel que le permanganate de potasse, permet donc d'arriver à l'oxydation du chloral sans employer l'acide azotique; c'est un moyen nouveau de préparer l'acide trichloro-acétique. »

— Sur les expériences de M. O. Liebreich, tendantes à établir que la strychnine est l'antidote du chloral; par M. Oré. — L'auteur de cette note a fait des expériences qui tendent à infirmer les faits annoncés par M. Liebreich; quoique ne se montrant pas très-affirmatif, cependant M. Oré n'en conclut pas moins que les expériences de M. O. Liebreich sont défectueuses et insuffisantes pour démontrer que la strychnine soit l'antidote du chloral.

— Sur la distribution géographique des Ulmidées ou Ulmacées proprement dites; par M. J.-E. Planchon.

— M. Harting, d'Utrecht, adresse la description et la figure d'un instrument auquel il donne le nom de physomètre, et qui a été imaginé d'abord pour rendre visibles et mesurables les variations de volume de l'air contenu dans la vessie natatoire des poissons pendant la vie.

— M. Fr. Michel soumet de son côté la description d'un appareil *qu'il se propose de faire construire*, et qui est destiné à amplifier et à enregistrer d'une manière continue la déclinaison et l'inclinaison magnétiques.

— Divers livres sont annoncés par le Secrétaire Perpétuel. Parmi ces ouvrages offerts par M. J. Rothschild, un de nos éditeurs les mieux inspirés, et qui mettent le plus de

coquetterie et de conscience dans ses publications, on doit distinguer surtout la première partie d'un grand *Traité de physiologie humaine appliquée à l'hygiène et à la médecine*, et dû au docteur GUSTAVE LEBON, auteur déjà d'excellents livres fort goûtés. Nous publierons dans une de nos prochaines livraisons un chapitre entier de ce livre, conçu sur un plan nouveau et très-heureux.

— Comité secret, à quatre heures, où la section de médecine, chargée de présenter les titres des nombreux candidats qui se sont présentés pour remplacer M. Laugier, doit dire quel est celui qu'elle préfère.

Voici la liste que le *Compte-rendu* publie pour l'élection qui doit avoir lieu prochainement :

En première ligne........................	M.	Sédillot.
En deuxième ligne, par ordre alphabétique,	MM.	Gosselin,
		Jules Guérin,
		Huguier,
		Richet.
En troisième ligne, — —	MM.	Marey,
		Piorry,
		Sappey,
		Vulpian.

Dans cette liste, nous remarquons trois noms qu'on eût dû porter *ex æquo* : M. Sédillot, M. Jules Guérin, M. Piorry. Ce sont les maîtres de la science : pourquoi ne pas le dire? L'ordre alphabétique est un classement commode, mais jésuitique, et l'Académie est assez recherchée pour oser dire ce qu'elle pense de ceux qui briguent ses suffrages.

Note pour servir à l'histoire de la découverte du chloroforme.

Par M. J. LIEBIG.

(*Annales de chimie et de pharmacie*, avril 1872.)

Il sera peut-être utile de rappeler que, par suite des événements politiques des années 1870 et 1871, la publication des *Annales de chimie et de physique* de Paris a subi, à cette époque, un retard considérable, et que le numéro double pour les mois de septembre et d'octobre 1871 ne nous est parvenu, à Munich, qu'au milieu de février 1872.

Ceci fera facilement comprendre qu'il peut arriver qu'un chimiste français et un chimiste allemand ayant fait chacun un travail sur un même sujet et l'ayant fait imprimer, le même jour, le premier dans un journal français, l'autre dans un journal allemand, ces travaux cependant ne paraissent pas simultanément, et que plus tard l'auteur d'un Manuel de chimie, se dirigeant sur les dates de publication, considère comme antérieur le travail de l'auteur français sans que celui-ci ait voulu s'approprier cette priorité qui ne lui appartient pas.

C'est un fait analogue que nous offre l'histoire de la découverte du chloroforme.

Dans son *Traité de chimie*, publié en 1848, M. H. Gmelin dit (t. IV, p. 275) que le chloroforme a été décrit par Soubeiran, en 1831, comme de l'éther bichlorique, et par Liebig, en 1832, comme un chlorure de carbone.

Or, voici la vérité : Le travail de M. Soubeiran sur l'éther bichlorique a été publié dans les *Annales de chimie et de physique* au mois d'octobre 1831, tandis que mon mémoire sur le chloral ne parut dans les *Annales de chimie et de pharmacie* qu'en février 1832; de sorte que la découverte de M. Soubeiran semble être de quatre mois antérieure à la mienne.

Il n'en est cependant pas ainsi, et voici pourquoi : c'est qu'en 1831, par suite de la révolution de Juillet (1), les circonstances, en France, étaient analogues à celles des années 1870 et 1871, et influèrent de la même manière sur la publication des *Annales de chimie et de physique*.

---

(1) A l'époque dont parle M. Liebig, les *Annales de chimie et de physique* de MM. Gay-Lussac et Arago étaient habituellement en retard de plusieurs mois, et, en 1840, lors de leur réorganisation, il y avait même, avec la date réelle, un écart de près de six mois. Dr Q.

Je l'ai constaté, à l'époque même, dans un *post-scriptum* à mon mémoire sur le chloral, paru dans le numéro de février 1832 des *Annales de Poggendorff:*

« A l'instant même, y disais je, où j'allais expédier ce mémoire à M. Poggendorff, je reçois les *Annales de chimie et de physique* du mois d'octobre 1831. Elles contiennent deux articles, l'un de M. Soubeiran, l'autre de M. Dumas, dont le sujet a beaucoup de rapport avec le mien. On trouvera notamment, relativement au corps que j'ai désigné comme un nouveau chlorure de carbone, que sa préparation au moyen du chlorite de chaux présente une grande analogie avec la méthode que donne M. Soubeiran pour obtenir son éther bichlorique; mais M. Dumas peut témoigner, et il le fera avec plaisir, que je lui ai fait part de ma découverte six semaines avant la publication de l'article de M. Soubeiran.

Il y a d'ailleurs un autre moyen de rétablir avec exactitude les dates de cette découverte; ce sont les travaux de M. Soubeiran sur les chlorites, publiés dans le *Journal de pharmacie* dont il était un des rédacteurs. Dans ce journal, la découverte de M. Soubeiran est publiée, non en octobre 1831, comme dans les *Annales de chimie et de physique*, mais en janvier 1832, et on peut voir par les procès-verbaux des séances de la Société de pharmacie qu'en novembre 1831 M. Soubeiran ne connaissait pas encore l'éther bichlorique.

Le Compte-rendu de la séance du 9 novembre 1831 mentionne que M. Soubeiran a fait communication de données nombreuses et détaillées sur les combinaisons inférieures du chlore avec l'oxygène; mais il ne parle pas de la découverte de l'éther bichlorique. De plus, à la même séance, M. Serullas a pu dire en présence de M. Soubeiran et sans que celui-ci le contredit, qu'il a constaté à plusieurs reprises que le chlore, en réagissant sur l'alcool produit de l'acide acétique, qu'il ne ne se forme pas d'acide formique.

Or, dans le numéro de janvier 1832 du *Journal de pharmacie*, M. Soubeiran commence son article sur l'éther bichlorique par la description de l'action du chlore sur l'alcool, où il ne parle que de la formation « d'acide chlorhydrique, d'une petite quantité d'acide carbonique, d'une matière riche en carbone, et d'un liquide éthéré particulier qui, suivant Depretz, est formé de 1 atome de chlore et de 2 atomes de chlorhydrate de carbone. »

Il est donc évident que s'il avait fait ces expériences avant le 9 novembre, il n'aurait pas entendu M. Serullas, sans lui en demander la justification, avancer un fait que lui n'avait pas constaté.

Quant à moi, j'ai fait connaître les résultats de mes recherches sur la décomposition de l'alcool par le chlore, dès le mois de novembre 1831, dans une note publiée dans les *Annales de Poggendorff* qui a échappé à M. Gmelin ; j'y disais entre autres :

5° Les alcalis aqueux changent le chloral en un nouveau chlorure de carbone et en acide formique.

6° Ce chlorure de carbone peut aussi s'obtenir par la distillation de l'esprit de vin avec un excès de chlorite de chaux.

Il se forme aussi par la distillation du chlorite de chaux avec l'éther pyroacétique (esprit de bois).

Ce qui précède prouve donc suffisamment que mon travail sur le chloral était achevé en novembre 1831 ; mais il embrassait aussi mes recherches sur l'action du chlore sur beaucoup d'autres corps, et c'est pourquoi sa publication a été retardée.

DU CAOUTCHOUC ET DE LA GUTTA-PERCHA,

SPÉCIALEMENT ÉTUDIÉS AU POINT DE VUE CHIMIQUE.

Par T.-M. Blossom,

Ingénieur des mines, essayeur à l'Ecole des mines, Columbia Collége.

(Suite et fin.) (1)

CAOUTCHOUC DURCI PAR L'IODE ET LE BROME.

Dans les années 1867 et 1868, J.-B. Newbrough et E. Fagan obtinrent des patentes pour leur

(1) Voir *Moniteur scientifique*, novembre et décembre 1871, janvier, mars et avril 1872.

durcissement du caoutchouc au moyen de procédés entièrement nouveaux et qui se trouveront suffisamment expliqués par les extraits suivants de leurs patentes respectives.

Patente n° 70,250. — *Mélange de caoutchouc et d'iode formant du caoutchouc iodé.*

On commence par réduire en feuilles, par le laminage ou par toute autre méthode, le caoutchouc, la gutta-percha, la gomme du Brésil, le copal, le shellac, l'ambre, ou toute autre gomme analogue. On place ces feuilles les unes au-dessus des autres, en leur interposant des couches d'iode en poudre, et l'on fait passer la masse entre des cylindres compresseurs chauffés intérieurement jusqu'à ce que l'iode soit parfaitement incorporé à la gomme. Dans cet état, la composition peut être moulée, coupée ou travaillée par un procédé quelconque, de manière à prendre les formes voulues, et, après l'avoir soumise pendant trente minutes à une température de 110 à 150° C. (l'air sec est préférable), on obtient une substance qui possède des propriétés différentes de celles de la gomme employée et qui peut servir à confectionner un grand nombre d'objets utiles et d'ornementation.

En variant les proportions qui entrent dans le mélange de la gomme avec l'iode, on peut produire une substance élastique, semi-élastique ou inflexible. Ainsi, par exemple, pour une substance semi-élastique, on combinera $7^k.25$ de gutta-percha (ou $3^k.65$ de caoutchouc) avec $0^k.907$ d'iode ; pour une substance solide ou presque inflexible, on mélangera $8^k.16$ de gutta-percha (ou $4^k.08$ de caoutchouc) avec $1^k.81$ d'iode. On peut donner à la composition diverses couleurs en y ajoutant du vermillon ou toute autre matière convenable ; on lui enlèvera toute odeur désagréable en la plongeant dans de l'ammoniaque liquide.

Quoique nous ayons spécifié certaines proportions dans lesquelles on peut combiner les ingrédients, on comprend qu'elles sont susceptibles de varier suivant le résultat que l'on veut obtenir. En outre, la gomme peut être mélangée avec l'iode de toute autre manière. Ainsi, on peut la pétrir ou la cylindrer en présence de la vapeur d'iode, dont elle s'imprégnera facilement ; on peut faire varier le degré de chaleur que l'on applique à la composition, suivant le caractère du produit que l'on veut obtenir ; on peut employer la vapeur, même surchauffée, s'il le faut, pour cuire la composition, que l'on peut faire chauffer également dans de l'huile ou toute autre substance. Enfin, pour fabriquer un produit à meilleur marché, on introduira dans la composition des matières terreuses, minérales ou autres.

Patente n° 73,545. — *Iode, brome et caoutchouc.*

En ajoutant à l'iode moitié de son poids de brome, on forme du protobromure d'iode, et celui-ci, combiné avec le caoutchouc ou une gomme équivalente, produira une composition qui durcira après avoir été soumise pendant une heure environ à une température de 121°.11 C. A cause de ses propriétés volatiles, le protobromure d'iode ne peut être appliqué sans quelque difficulté dans la fabrication. Pour obvier à cet inconvénient, on traite le brome et l'iode avant de les combiner avec de l'essence de térébenthine ou une huile analogue, à laquelle on a préalablement ajouté un quart de son poids d'acide sulfurique pour empêcher la formation d'une composition explosive.

Le mélange pâteux produit comme nous l'avons dit ci-dessus est combiné avec du caoutchouc ou une gomme équivalente dans la proportion de $1^k.36$ de pâte pour une livre de gomme, en ayant soin d'augmenter la quantité de gomme si l'on veut obtenir un produit plus élastique. Après incorporation parfaite de la pâte à la gomme, on fera durcir la composition en la soumettant à une chaleur sèche de 93 à 155° C., pendant un temps qui peut varier de dix minutes à une heure et demie et qui doit être d'autant plus long que l'on veut obtenir un produit plus dur.

Le produit ainsi obtenu s'applique très-bien à la fabrication d'un grand nombre d'objets usuels ou d'ornement. On peut donner à la matière la couleur que l'on désire en lui incorporant avant son durcissement des substances colorantes, minérales ou terreuses, en proportions convenables.

Patente n° 73,916. — *Brome et caoutchouc.*

Après avoir réduit à la forme voulue, par le moulage, le découpage ou tout autre procédé, la matière que l'on veut traiter, telle que gutta-percha, caoutchouc ou toute autre gomme

semblable, on la plonge dans du brome. L'objet doit y séjourner pendant un temps suffisamment long pour que la gomme, lorsqu'on la retire du bain, durcisse par son exposition à l'air et change si complétement de caractère qu'on puisse l'appliquer à des usages auxquels elle serait impropre, à l'état naturel.

Pour empêcher tout durcissement de la gomme avant sa sortie du bain, on y ajoute du chloroforme ou un dissolvant analogue de la gomme, dans la proportion de 1 partie de chloroforme pour 9 parties de brome, puis, on plonge l'objet dans la composition; on peut aussi opérer en ne faisant dissoudre qu'une partie de la gomme, et en appliquant cette solution par couches successives sur les parois du moule où l'objet doit recevoir sa forme, ou bien en recouvrant de cet enduit les articles que l'on veut habiller d'une enveloppe résistante, car la gomme durcit par l'évaporation du chloroforme.

Patente n° 73,917. — *Iode, soufre et caoutchouc.*

On traite le soufre en le faisant bouillir dans de la térébenthine ou dans une huile équivalente. Une portion de l'huile se décompose et se dépose avec le soufre au fond du vase dans lequel on opère; puis on décante l'huile, et la matière solide qui reste est lavée avec de l'acide sulfurique étendu, et séchée à une basse température.

On traite l'iode de la même manière que le soufre, avec de l'huile à laquelle on a ajouté de l'acide sulfurique pour prévenir la formation d'un composé explosif.

On fait fondre ensemble des proportions égales de soufre et d'iode ainsi préparés, et la composition, après s'être refroidie et durcie, est intimement incorporée à du caoutchouc ou à une gomme équivalente dans la proportion de 85 grammes pour une livre de matière gommeuse.

La gomme ainsi préparée peut être moulée et réduite à toute forme voulue par un procédé quelconque. Après ce travail, on l'introduit dans un four dont on porte la chaleur, pendant les quinze premières minutes, à 160° C. Cette température est maintenue pendant cinq minutes; puis on la laisse descendre rapidement à 121°.11 C., où on la conserve pendant une heure, jusqu'à ce que la composition soit durcie.

Comme le procédé de durcissement n'a aucune action sur la couleur que l'on donne à la composition par le mélange de substances colorantes, minérales ou terreuses, on n'éprouve aucune difficulté à obtenir un produit pouvant avoir presque toutes les teintes. D'autre part, comme le durcissement de la composition n'exige l'emploi que d'une température comparativement basse, l'opération ne fait subir à la gomme aucune espèce d'altération.

Le produit ainsi obtenu est dur, résistant et durable; il n'est pas attaqué par les acides, nitrosulfurique et autres, et peut recevoir un grand nombre d'applications utiles ou de luxe.

. . . .

Les propriétaires des patentes Nelson Goodyear semblent avoir été imbus de l'idée que leurs priviléges possédaient une élasticité même supérieure à celle qui caractérise d'une manière si remarquable le caoutchouc lui-même, car, non contents d'avoir soulevé les réclamations dont nous avons parlé dans l'article précédent, ils cherchèrent aussi à englober dans leurs procédés ceux de Newbrough et de Fagan, relatifs au traitement du caoutchouc avec l'iode et le soufre. Pour soutenir leur réclamation, ils se procurèrent les rapports et le témoignage d'experts éminents qui tendaient à prouver que le durcissement était un résultat effectué par le soufre seul, et que l'iode et le brome ne servaient qu'à carboniser et déteriorer le caoutchouc.

(L'auteur de ce mémoire fait ici de nombreuses citations des rapports présentés par les experts des deux parties. Nous nous contenterons d'en donner les conclusions générales.)

Il résulta de ces débats que la théorie soutenue par les experts en faveur de Goodyear était inadmissible. Ils prétendaient que, quoiqu'on n'employât que 32gr.50 de soufre par livre de caoutchouc, il n'en était pas moins vrai que, par suite de la carbonisation et de la destruction d'une grande partie du caoutchouc par l'iode, le rapport du soufre au caoutchouc *non modifié* se trouve en réalité être le même que celui qui est spécifié dans les patentes de Goodyear pour la fabrication du caoutchouc durci, c'est-à-dire de plus de 113gr.35 par livre de caoutchouc. Les experts qui témoignèrent en faveur des patentes de Newbrough et Fagan démon-

trèrent qu'aucune destruction appréciable du caoutchouc n'a lieu dans la pratique actuelle, et que la quantité d'iode employé ne pouvait, à cause de son degré élevé d'équivalence par rapport au caoutchouc, dégager aucune proportion sensible de carbone.

NOTE SUR L'ANALYSE DES SAVONS.

Recherches sur les résinates. — Séparation et dosage de la résine. — Dosage des matières étrangères. — De l'alcali en excès. — Nouveau procédé de titrage des savons. — Dosage de l'eau, de la matière grasse libre.

Par F. Jean.

Depuis quelques années, la fabrication des savons est entrée dans une voie qui mérite d'être signalée. A part certains fabricants qui se sont attachés à ne livrer que des savons purs, c'est-à-dire ne contenant pas moins de 54 pour 100 d'acides gras et plus de 35 à 40 pour 100 d'eau, les autres fabricants s'efforcent au contraire de faire des produits, bon marché il est vrai, mais qui n'auront bientôt plus du savon que le nom.

L'acheteur qui ne se rend pas compte de la valeur de ces produits, séduit par leur bon marché relatif, leur donne la préférence sur les savons de bonne marque.

Cela est arrivé à un tel point que les savonniers doivent toujours être à la piste des moyens employés par leurs concurrents pour falsifier les savons, de façon à être à même, en faisant usage de fraudes analogues ou en les exagérant, de livrer leurs produits à un prix encore plus bas.

Il faut espérer que cette nouvelle manière de fabriquer tombera justement par ses excès, et que le consommateur, enfin éclairé, retournera où sont ses véritables intérêts.

Parmi les matières étrangères que l'on rencontre le plus fréquemment dans les savons, la résine (colophane) tient le premier rang.

On savait que la résine, en combinaison avec la potasse ou la soude, donne un résinate qui mousse abondamment avec l'eau ; cette propriété, jointe à la qualité d'être d'un prix très-inférieur à celui des matières grasses, suggéra à quelques savonniers l'idée d'incorporer de la résine dans leurs savons.

Il paraît que les fabricants se sont bien trouvés de cette pratique, car les savons mêlés de résinate se fabriquent maintenant presque partout. Cette matière est même entrée d'une façon tout à fait normale dans la préparation des savons mous.

Ce mélange offre, du reste, quelques avantages ; il mousse très-abondamment et permet d'effectuer le savonnage dans des eaux séléniteuses ou salées. Mais, à côté de ces avantages, il a des inconvénients très-réels qui, pour certains emplois, doivent le faire bannir complétement.

On attribue en effet à l'emploi de ces savons oléo-résineux les *tares* que l'on remarque dans les draps foulés avec ce produit. On a reconnu aussi qu'il donne un luisant graisseux aux étoffes, que les laines lavées avec ce savon prennent mal l'apprêt, le mordançage, et se teignent inégalement.

La loi du 11 juin 1845, qui a autorisé la fabrication des savons résineux, aurait dû obliger les fabricants à indiquer sur leurs savons qu'ils renferment de la résine ; cela aurait empêché de vendre ces produits pour des savons d'acides gras purs, et l'acheteur ne verrait pas sa bonne foi surprise.

On a fréquemment, dans les laboratoires, l'occasion d'analyser pour l'industrie des savons contenant de la résine. On ne possède malheureusement pas de procédé qui permette de séparer d'une manière exacte la résine des acides gras.

Examinons en effet les différents procédés qui ont été proposés pour effectuer cette séparation.

Le procédé le plus ancien, celui de Sutherland, consiste à faire bouillir le mélange d'acides

gras et de résine avec de l'acide nitrique concentré, jusqu'à ce qu'il ne se produise plus de dégagement de gaz nitreux.

La résine, transformée en acide térébique soluble dans l'eau, est ensuite séparée des acides qui, d'après Sutherland, sont peu attaqués.

Mais la réaction n'est pas aussi simple ; outre l'acide térébique, il se forme de l'acide azomarique insoluble qui reste, par conséquent, avec les acides gras.

Les acides gras eux-mêmes sont attaqués plus ou moins énergiquement, et il se forme des produits solubles dans l'eau (1). Là aussi, l'action ne se borne pas seulement à la transformation de l'acide oléique en son isomère l'acide élaïdique. Ce procédé ne peut donc pas donner de résultats certains.

Le procédé de Gottlieb, tel qu'on le trouve décrit dans Bolley, est complétement illusoire. Le sulfate de magnésie précipite la majeure partie du résinate avec le savon magnésien, et c'est à peine si, par ce procédé, on sépare des traces de résine.

Dans son mémoire sur la savonimétrie, mémoire couronné par la Société industrielle de Mulhouse, M. Marius Rampal indique un procédé de séparation de la résine des acides gras qui est très-simple ; malheureusement, ce procédé ne supporte pas l'examen du laboratoire. Voici comment, d'après l'auteur, s'effectuerait cette séparation.

Après avoir recueilli les acides gras mêlés de résine, on les dissout dans 5 à 10 parties d'alcool, et on précipite cette solution alcoolique bouillante par un volume égal d'eau bouillante.

Les acides gras viennent surnager et la résine est précipitée dans la solution aqueuse sous forme d'une poudre blanche très-ténue.

Toute la résine est en effet précipitée par l'affusion d'eau (encore faut-il la répéter sept à huit fois pour séparer toute la résine) ; mais il y a en même temps des quantités plus ou moins fortes d'acides gras entraînés avec la résine.

Si, en effet, on ajoute de l'eau bouillante à une solution alcoolique bouillante d'acides gras purs, on voit se former une solution laiteuse qui ne devient claire qu'au bout de plusieurs jours. Ce procédé n'est donc point quantitatif, il n'est même pas qualitatif.

Comme procédé qualitatif, il reste celui de M. Cailletet qui permet de reconnaître la présence de la résine dans un savon.

On décompose, dans un petit tube de verre, 10 centimètres cubes de la solution aqueuse du savon à essayer, par un petit excès d'acide sulfurique dilué, on y verse alors 2 ou 3 centimètres cubes d'essence de térébenthine qui dissout les acides gras mis en liberté, et l'on voit se réunir sous la couche d'essence des flocons grisâtres dus à la résine.

Les procédés que l'on trouve dans les traités d'analyse, pour effectuer la séparation de la résine des acides gras, sont donc inefficaces. J'ai pensé qu'un examen plus approfondi des propriétés des résinates conduirait à un procédé pratique de séparation et de dosage de la résine.

J'ai d'abord cherché à saponifier la résine (colophane) par une lessive de soude ; mais il a fallu renoncer à ce mode de préparation, la résine surnageant la lessive à la température de l'ébullition, la saponification est d'une lenteur excessive. Il n'en est pas de même dans la pratique industrielle, la résine est alors divisée, empâtée dans la matière grasse à moitié saponifiée ; aussi l'attaque se fait-elle plus rapidement.

La saponification, dans un petit autoclave, à trois atmosphères de pression, se fait au contraire, dans un temps très-court. Avec 100 grammes de résine et 200 centimètres cubes d'une lessive de soude à 15 degrés Baumé, j'ai obtenu en une demi-heure une saponification complète.

La matière saponifiée se compose maintenant d'une partie insoluble *A* et d'une partie soluble *B*.

---

(1) Que l'on fasse bouillir pendant une demi-heure des acides gras purs avec de l'acide nitrique concentré, qu'on étende d'eau et qu'après avoir séparé les parties insolubles par filtration, on sature la solution acide par la soude et qu'on l'évapore à siccité, on obtiendra une masse jaune, odorante, qui noircit à la calcination, ce qui indique la présence des matières organiques solubles. Il s'est produit, en effet, de l'acide subérique, pimélique, adipique, propionique, butyrique, œnanthylique, succinique, etc.

100 grammes de résine ont donné 135 grammes du résinate *A*, et 75 centimètres cubes du résinate *B*.

Examen du résinate A.

Le résinate *A*, séparé du résinate *B* soluble, par des lavages avec des solutions de soude à 5° Baumé, ressemble à du savon noir, d'une consistance un peu gélatineuse; il est coloré en brun clair, peu soluble dans l'eau froide, soluble dans l'eau bouillante, dans l'alcool et l'essence de térébenthine.

Il a donné, à l'analyse : 54 d'une résine jaune brun faible, 3.1 de soude et 49.2 d'eau.

La solution aqueuse du résinate *A*, débarrassée de son excès d'alcali, accuse les réactions suivantes : le chlorure de sodium et de baryum, le bicarbonate de soude, l'acétate de plomb, le sulfate de magnésie, le sulfate de soude, le chlorure de potassium et le prussiate jaune forment des précipités,

La solution de soude caustique précipite le résinate de sa solution aqueuse.

Le sulfate de potasse, le prussiate rouge, le borate et le phosphate neutre de soude n'ont point donné de précipités. Le résinate de baryte est soluble dans l'éther.

Le résinate de soude décomposé par un acide donne une solution laiteuse dans laquelle nagent des flocons de résine; à l'ébullition, ces flocons se réunissent, on obtient ainsi la résine *A*.

Cette résine, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, l'éther et l'essence de térébenthine, a une réaction acide. Sa solution alcoolique précipite les solutions alcooliques d'acétate de plomb et de cuivre. Elle devient laiteuse par l'addition d'eau; le trouble disparaît par l'ammoniaque.

Examen du résinate B.

Il est soluble dans l'eau et l'alcool, insoluble dans l'essence de térébenthine et l'éther. Il contient 16.5 pour 100 de soude.

Le chlorure de sodium, de baryum, le sulfate de magnésie, forment des précipités dans la solution aqueuse du résinate *B*.

Le sulfate de soude, de potasse, les prussiates jaune et rouge, le chlorure de potassium et la soude caustique ne produisent pas de précipités.

La précipitation par le chlorure de baryum n'est pas complète et le précipité est insoluble dans l'éther.

La résine *B*, mise en liberté par l'action d'un acide, est friable, brune, soluble dans l'alcool, insoluble dans l'essence de térébentine et l'éther. Sa solution alcoolique donne une réaction très-acide.

La solution aqueuse, d'où j'ai séparé la résine *B*, neutralisée par la soude évaporée à siccité, laisse un résidu qui cède à l'alcool une matière résinoïde jaune, à réaction légèrement acide, ressemblant à de la gomme laque en écailles. Cette matière *C*, soluble dans l'eau, réduit la liqueur de Fehling, et précipite le nitrate d'argent et le sulfate de cuivre.

Il se forme donc dans la saponification de la résine trois matières bien distinctes : un résinate insoluble dans les alcalins, un résinate soluble et une matière qui ne se sépare pas de ses solutions acides.

De l'étude de ces résinates, j'ai tiré le procédé de séparation suivant :

Séparation et dosage de la résine dans les savons.

Peser 10 grammes du savon à analyser et dissoudre dans 100 centimètres cubes d'eau distillée. Lorsque la solution est complète, y verser un petit excès d'une solution concentrée de soude caustique pure qui sépare à l'état insoluble le savon d'acides gras et le résinate *A* du résinate *B* soluble dans la solution alcaline. Filtrer, laver avec une solution de soude et réunir l'eau de lavage au liquide filtré.

La liqueur alcaline, contenant le résinate *B*, est rendue acide par l'acide sulfurique dilué, portée à l'ébullition, puis filtrée sur un filtre taré, préalablement desséché à 100 degrés, qui retient la résine *B*.

La solution acide, d'où l'on a séparé la résine *B*, est saturée (1) exactement avec une solu-

(1) Si, au moment de la saturation par la soude, il se formait un précipité, on le recueillerait sur le filtre contenant déjà la résine *B*.

tion de soude, puis évaporée à siccité. Le résidu est dissous dans l'alcool, pour séparer le sulfate de soude, et l'on évapore la solution alcoolique dans une capsule de porcelaine tarée. On a ainsi le poids de la matière résinoïde mêlée de glycérine.

On s'assure de la présence de la glycérine dans le résidu, en le chauffant dans un tube d'essai avec du bioxyde de manganèse, quelques gouttes d'acide sulfurique et de l'alcool à 40 degrés. Il doit se dégager de l'éther formique, reconnaissable à son odeur de fleur de pêcher.

J'ai constaté que la glycérine décompose, à l'ébullition, l'acide iodique, avec dégagement d'iode, reconnaissable à la coloration bleue qu'il produit sur le papier amidonné. Cette réaction peut être employée pour découvrir la glycérine.

Le résinate de soude *A* et le savon d'acides gras, après avoir été lavés avec la solution sodique, sont dissous dans l'eau bouillante, puis précipités par un petit excès de chlorure de baryum.

On filtre pour séparer le résinate et le savon barytiques insolubles, et, après avoir lavé ce précipité, on le dessèche à l'étuve, à 100 degrés, puis on le traite par l'éther, qui dissout le résinate de baryte et laisse le savon barytique insoluble.

La solution éthérée est évaporée à siccité. Le résidu, dissous à l'ébullition dans l'eau distillée, est décomposé par quelques gouttes d'acide sulfurique dilué pour mettre la résine en liberté. On la recueille sur le filtre contenant déjà la résine *B*, et, après l'avoir lavée à l'eau tiède, on la dessèche à l'étuve à 100 degrés et on la pèse.

Le savon barytique, mis en suspension dans une eau acide, est décomposé à l'ébullition, et les acides gras, devenus libres, sont recueillis avec soin, desséchés et pesés.

En suivant ce procédé, on arrive à connaître le poids de la résine, des acides gras et de la matière résinoïde, mêlée de glycérine, contenus dans un savon.

On rencontre dans un grand nombre de savons des proportions souvent très-fortes de matières étrangères, telles que la fécule (la plupart des savons mous en renferment), le talc, les ocres, l'argile, les sulfates alcalino-terreux, etc., qui sont ajoutés frauduleusement pour rendre le savon plus pesant.

On sépare très-aisément ces matières. Il suffit de dissoudre le savon dans l'alcool à 40 degrés. Toutes les matières étrangères, une partie du chlorure de sodium, le sulfate et le carbonate de soude sont ainsi séparés.

Une des fraudes qui tend en ce moment à se généraliser est l'introduction, par empâtage, de silicate de soude très-concentré dans les savons durs (1).

Le silicate de soude étant insoluble dans l'alcool, il est facile de le séparer. En le dissolvant ensuite dans l'eau, on contrôlera sa présence au moyen d'un acide dilué, qui précipite la silice gélatineuse, ou en faisant bouillir la solution aqueuse avec du sel ammoniac. La silice se précipite en flocons facilement reconnaissables.

Le dosage de l'alcali en excès, qu'il est souvent utile d'effectuer dans l'analyse des savons, se fait généralement en traitant le savon par l'alcool.

Le carbonate de soude est, en effet, séparé par ce moyen; mais l'alcali caustique libre, étant soluble dans l'alcool, échappe à l'analyse. J'emploie pour le dosage de l'alcali caustique en excès le procédé suivant :

On fait une solution alcoolique du savon à analyser, et, après avoir séparé, par filtration, les matières insolubles dans l'alcool, on place la solution alcoolique dans un bain-marie et on y fait passer un courant d'acide carbonique. Tout l'alcali non combiné aux matières grasses est carbonaté et devient par conséquent insoluble dans l'alcool. Il suffit de titrer le carbonate séparé pour en déduire la quantité d'alcali caustique libre contenu dans le savon.

Ce procédé m'a permis de déterminer d'une façon exacte la quantité d'alcali saturé par 100 d'acides gras anhydres (2).

(1) J'ai trouvé dans un savon d'un bel aspect 17 pour 100 de silicate de soude.

(2) Le chiffre théorique déduit de la formule des acides gras serait pour le suif de 10.8, pour l'huile 10.77. D'après Marius Rampal, la quantité d'alcali contenu dans les savons serait égale au dixième du poids des acides gras. D'après MM. Roux et Arnavon à 11.5 pour 100. D'après Chevreul, en prenant la moyenne des trois acides gras, on aurait 12.14 d'alcali (soude) pour 100 d'acides gras anhydres.

En saponifiant par des quantités différentes de soude des acides gras purs, j'ai obtenu 12.3 — 12.5 — 12.9 — 12.4 d'alcali, soit en moyenne 12.6 de soude pour 100 d'acides gras anhydres.

Comme il est bien démontré que les savons d'acides gras sont de véritables sels, il devient facile, connaissant la quantité d'alcali combiné contenu dans un savon, de calculer la quantité d'acides gras qui y correspond.

L'analyse revient donc à un simple titrage alcalimétrique.

On dissout 2 ou 3 grammes du savon à analyser dans l'alcool à 40 degrés, et, sans s'inquiéter de la présence de matières insolubles, on fait passer, dans la solution alcoolique maintenue au bain-marie, un courant d'acide carbonique, puis l'on filtre.

On lave le filtre avec de l'alcool pour enlever les dernières traces de savon; on étend la solution filtrée d'un peu d'eau et on la fait bouillir pour chasser l'alcool. On ajoute alors 5 ou 10 centimètres cubes d'acide sulfurique titré et on maintient à l'ébullition jusqu'à ce que les acides gras soient bien limpides.

On filtre après refroidissement et solidification des acides gras, et on lave le filtre et les acides gras avec de l'eau distillée tiède jusqu'à ce qu'elle ne coule plus acide, puis on titre avec une solution titrée de soude l'excès d'acide sulfurique. On trouve par le calcul la quantité d'acide sulfurique saturé par l'alcali du savon, et par conséquent la quantité d'alcali qui y correspond.

La quantité d'alcali combiné, contenu dans 100 de savon, étant connue, il suffit de la multiplier par 100 et de diviser par 12.6 pour avoir le poids des acides gras anhydres qui y étaient combinés.

Le poids des acides gras, ajouté à celui de l'alcali et retranché de 100, donne par différence la quantité d'eau et de matières étrangères contenues dans le savon essayé.

Ce procédé d'analyse est rapide; il donne des résultats suffisamment exacts pour trouver un emploi utile. Il ne peut être employé lorsque les savons contiennent de la résine.

Dans l'analyse des savons faits par empâtage, il faut, avant de traiter le savon par l'alcool, le faire bouillir dans une eau salée pour dissoudre les différents sels de soude à acides organiques (butyrates, hircates, etc.) que le savon peut contenir, car ces sels n'étant pas décomposés par un courant d'acide carbonique, se comporteraient comme l'alcali combiné aux acides gras.

Certains savons contiennent souvent des quantités très-fortes d'eau en excès; ceux, par exemple, faits avec l'huile de coco, en contiennent des quantités fabuleuses (100 d'huile de coco peuvent rendre 500 de savon). Il est donc important de doser la quantité d'eau que peut renfermer un savon.

On se borne en général à dessécher à l'étuve 2 à 5 grammes de savon coupé en tranches minces et de faire la pesée dès que les morceaux sont réunis (1).

Lorsqu'on veut faire un dosage exact, l'opération n'est pas aussi simple, et la dessiccation à l'étuve est rarement complète, parce que le savon, en se desséchant, se boursoufle, emprisonne ainsi une certaine quantité d'eau et la retient avec énergie; si l'on élève trop la température de l'étuve, on court le risque de carboniser en partie le savon.

Pour doser l'eau dans les savons, j'emploie le procédé suivant : On dissout dans une petite capsule de porcelaine tarée 1 à 2 grammes de savon coupé en tranches minces, dans la plus petite quantité possible d'alcool fort, puis on y ajoute, de façon à absorber tout le liquide, un poids connu de sable fin bien sec, et on porte à l'étuve à 110 degrés (2). La dessiccation se fait très-rapidement, et la poudre siliceuse, traitée ultérieurement par le sulfure de carbone, sert à doser les matières grasses non combinées.

(1) Circulaire aux agents des douanes.

(2) Avant de peser la capsule contenant le savon desséché, il faut avoir soin de laisser refroidir sous un exsiccateur, parce que le savon s'hydraterait de nouveau à l'air libre.

22443 PARIS. — Typographie de RENOU et MAULDE, rue de Rivoli, n° 144.

LIBERTÉ. — ÉGALITÉ. — FRATERNITÉ.

LE MONITEUR SCIENTIFIQUE-QUESNEVILLE.

JOURNAL DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES.

Avec un Bulletin médical et de pharmacie.

LA SANTÉ ET L'HYGIÈNE.

JOURNAL MENSUEL.

ABONNEMENTS : **20** fr. par an FRANCO pour la France, **25** fr. pour l'étranger et **30** fr. pour pays d'outre-mer. — Chaque livraison : **2** francs.

On s'abonne chez M. le docteur QUESNEVILLE, rue de Buci, 12, à Paris.

367e Livraison. JUILLET. Année 1872.

SOMMAIRE.

Pages

Étude sur le dosage de l'acide phosphorique dans tous les produits qui intéressent l'agriculture et la physiologie (Suite); par M. Joulie........ 531

Lettre de M. A. Bobierre au sujet du premier mémoire de M. Joulie........ 544

Réponse de M. Joulie........ 547

Ancien mémoire de M. A. Bobierre pour l'analyse des phosphates fossiles........ 547

L'*Eucalyptus globulus* au point de vue industriel, hygiénique, économique, médical et pharmaceutique; par M. F. Papillon........ 553

Revue des inventions nouvelles; par M. A. Jouglet........ 563

Recherches sur les propriétés de divers principes immédiats de l'opium; par M. le docteur Rabuteau........ 578

Matières colorantes........ 591

Couleurs d'aniline à l'iode. — Emploi des couleurs d'aniline dans la chapellerie. — Couleur puce grenat de naphtylamine. — Bleu d'aniline pour impression. — Emploi de l'alizarine artificielle pour le rouge turc. — Sur l'emploi de l'acide molybdique comme matière colorante. — Application à la teinture du vert de Chine. — La tétronérythrine, nouvelle matière colorante organique. — Sur la fabrication des couleurs d'aniline; par MM. Girard et de Laire........ 591

Étude sur l'alunage des laines à teindre; par M. Paul Harvez........ 598

Faits de synthèse........ 606

Sur les isomères de la trichlorhydrine, reproduction de la glycérine. — Synthèse de l'orcine........ 606

Académie des sciences........ 611

SÉANCE DU 17 JUIN. — La sincérité de la conscience du Père Secchi dans sa réponse à M. Respighi. — De la nature orageuse et de la répartition inégale des pluies à la surface du département de l'Hérault; par M. Ch. Martins. — Mémoire de M. Dausse sur les inondations. — Sur l'intensité de la chaleur du soleil dans les régions polaires; par M. A. Genocchi. — Combinaison d'acide stannique avec l'acide acétique; par M. Laurence. — Papier importé de Chine. Note de M. E. Duchemin. — Comité secret; etc., etc........ 611

SÉANCE DU 24 JUIN. — Élection de M. Sédillot pour remplacer M. Laugier dans la section de chirurgie. — Opinion de M. Marchal de Calvi sur cette élection. — Sur la dissolution du carbonate de chaux par l'acide carbonique; par M. Th. Sclhœsing. —

Pages

Sur une nouvelle pile à sulfate de cuivre; par M. J. Morin. — Une fameuse *réclame* pour l'abbé Moigno. — De quelques composés de la paraffine; par M. P. Champion. — L'antidote du chloral. — Sur l'absorption cutanée; par M. Brémond. — La réclamation fort inutile de M. E. Robert 613

Séance du 1er Juillet. — La décoction de tabac contre le *Phylloxera vastatrix*. — Sur une apparition singulière de magnésium dans la chromosphère du soleil; par M. Tacchini. — Régulation rapide des compas, à la mer; par M. Fournier. — Sur l'influence que les changements dans la pression barométrique exercent sur les phénomènes de la vie; par M. P. Bert. — Expériences de M. Oré. — Sur les phénomènes météorologiques qui ont eu lieu à l'île de la Réunion, à la suite de l'aurore australe du 4 février; par M. Vinson; etc., etc 617

Pharmacie chimique 620

L'apomorphine et sa préparation. — Un nouveau purgatif 620

Publications nouvelles 622

PUBLICATIONS NOUVELLES.

ÉTUDE SUR LE DOSAGE DE L'ACIDE PHOSPHORIQUE

DANS

TOUS LES PRODUITS QUI INTÉRESSENT L'AGRICULTURE ET LA PHYSIOLOGIE.

Par M. JOULIE.

(Suite.)

Applications de la méthode citro-uranique aux analyses spéciales.

Afin de donner une idée exacte des services que peut rendre la nouvelle méthode que j'ai précédemment exposée pour le dosage des phosphates (1), en même temps que pour offrir un guide pratique aux chimistes peu accoutumés à ce genre d'essai, je passerai en revue ses applications dans les cas qui se rencontrent le plus fréquemment.

V.

PHOSPHATES INSOLUBLES.

On connaît aujourd'hui un grand nombre de gisements de phosphates naturels présentant des aspects fort différents, mais tous plus ou moins riches en phosphate de chaux.

Les matières qui accompagnent le produit utile sont le plus ordinairement le carbonate de chaux, la silice, les oxydes de fer au minimum et au maximum, l'alumine, le fluorure de calcium, et même les chlorure et iodure de calcium, et le peroxyde de manganèse. Parmi ces corps, ceux qui existent en quantités importantes sont le carbonate de chaux, la silice, et quelquefois l'oxyde de fer et l'alumine. Quelle que soit la composition des matières étrangères, le mode d'essai reste toujours le même. Il consiste dans les opérations suivantes :

1° L'échantillonnage ;
2° La dissolution ;
3° La précipitation de l'acide phosphorique à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien ;
4° Le dosage volumétrique de l'acide phosphorique contenu dans le précipité.

1° *Échantillonnage.* — La prise d'échantillon, qui paraît, au premier abord, la chose du monde la plus facile, exige cependant des soins tout particuliers, si l'on veut arriver à des résultats comparables.

S'agit-il de phosphates pulvérisés et en sacs, on plongera une sonde dans une vingtaine de sacs pris au hasard sur l'ensemble de la partie, et, chaque fois, on videra le contenu de la sonde sur une grande feuille de papier ou dans une terrine. Lorsqu'on aura ainsi obtenu 3 à 4 kilogrammes de matière, on en remplira deux ou trois flacons de 200 grammes, après avoir soigneusement mélangé la masse en la brassant un grand nombre de fois. Ces opérations doivent être faites en présence du vendeur et de l'acheteur, ou de leurs représentants, qui apposent leur cachet sur les flacons et signent, au besoin, le procès-verbal de la prise d'échantillon.

L'un des flacons est envoyé au laboratoire, où l'analyse doit être exécutée; les autres sont conservés pour faire faire des vérifications, s'il y a lieu. Le premier soin du chimiste qui reçoit l'échantillon doit être de l'enregistrer en indiquant :

1° La date de la réception ;
2° La nature indiquée du produit ;
3° Les lettres marquées sur les cachets qu'il porte.

Il passe ensuite la matière au tamis sur une grande feuille de papier, et, s'il y a quelques parties qui restent sur le tamis, elles sont soigneusement pulvérisées jusqu'à ce que tout ait passé. La masse est alors mélangée de nouveau avec un couteau flexible, puis repassée à un tamis à mailles doubles ou triples de celles du premier. Le mélange est alors complet. On le remet en flacon.

S'il s'agit de phosphates en roches, l'échantillonnage présente de bien plus grandes diffi-

(1) Voir *Moniteur scientifique*, mars 1872, p. 212 et suivantes.

cultés. Pour avoir un produit qui représente bien la composition moyenne de la masse, il faudrait en prendre une centaine de kilogrammes par petites fractions prises çà et là dans la masse, et les faire passer au moulin pour prendre ensuite l'échantillon sur la poudre obtenue. Comme on n'a pas toujours à sa disposition un moulin pour faire cette opération, on se contente généralement de prendre au hasard dans la masse 3 ou 4 kilogrammes de pierres. Au laboratoire, à l'aide d'un marteau, on sépare de chacune d'elles un fragment plus ou moins volumineux, mais ne dépassant pas la grosseur d'une noisette. On réunit tous ces fragments dans un mortier en fonte et on les pulvérise ensemble. On passe au tamis et on écrase de nouveau ce qui ne passe pas jusqu'à ce que tout soit passé. On retombe alors dans le cas précédent.

2° *Dissolution.* — A. *Dissolution volumétrique.* — La manière la plus simple de procéder consiste à peser 5 grammes de l'échantillon en poudre, à les introduire dans un matras jaugé de 100 centimètres cubes et à les arroser d'abord d'un peu d'eau, et ensuite de 20 centimètres cubes environ d'acide azotique. Si le produit fait effervescence, on n'ajoutera l'acide que peu à peu pour éviter que le liquide en moussant ne sorte du matras.

Lorsque l'effervescence est calmée, on place le matras au bain de sable et on chauffe pendant une demi-heure à une température voisine de l'ébullition, et, de temps en temps, on agite la matière. On fait ensuite refroidir le matras en le plongeant dans l'eau froide. Lorsqu'il est revenu à la température ordinaire, on le remplit d'eau distillée jusqu'au trait, et, après avoir bouché avec un bouchon en caoutchouc, on agite. On jette le contenu du ballon sur un filtre et on reçoit le liquide dans un flacon à l'émeri à large ouverture. Pendant la filtration, il est bon de recouvrir le flacon et l'entonnoir d'une cloche pour éviter la concentration du liquide par évaporation. Le plus ordinairement, la filtration se fait assez rapidement pour que cette précaution soit complétement inutile. Elle n'est indispensable que dans les cas où la matière contient des parties insolubles très-ténues qui bouchent les pores du filtre et rendent la filtration très-lente.

Cette manière de procéder, qui n'exige que très-peu de temps, est suivie aujourd'hui dans un grand nombre de laboratoires; elle est parfaitement convenable toutes les fois que le phosphate se dissout en totalité dans l'acide azotique étendu. Dans ce cas, on ne commet aucune erreur en prenant ensuite 5 ou 10 centimètres cubes de la liqueur obtenue pour faire l'essai, et en admettant qu'ils représentent $0^{gr}.250$ ou $0^{gr}.500$ de matière. Mais si le produit contient une certaine quantité de matière insoluble dans l'acide, en procédant ainsi on commet une erreur dont l'importance est proportionnelle à la quantité de résidu insoluble.

Admettons, en effet, que le volume de la partie insoluble soit de 2 centimètres cubes, la partie soluble ne sera pas dissoute dans 100 centimètres cubes, mais bien dans 100 — 2 = 98 centimètres cubes. Dès lors, 5 centimètres cubes du liquide ne représenteront pas exactement $0^{gr}.250$ de matière. On aura la quantité précise de la matière représentée par 5 centimètres cubes au moyen de la proportion suivante :

$$98 \text{ centimètres cubes} : 5 \text{ grammes} :: 5 \text{ centimètres cubes} : x = \frac{5 \times 5}{98} = 0^{gr}.2551.$$

On commet donc une erreur de $5^{mgr}.1$ en plus sur la prise de matière, soit 2.04 pour 100. Cette erreur se retrouve nécessairement sur l'acide phosphorique dosé, dont la quantité doit être trop forte de 2.04 pour 100. Or, comme on ne possède aucun moyen de mesurer le volume de la partie restée indissoute, il n'est pas possible de faire la correction qui serait nécessaire, et, dès lors, il est préférable, toutes les fois que la matière ne se dissout pas complétement ou presque complétement dans l'acide azotique étendu, de procéder à la dissolution de la manière suivante :

B. *Dissolution par décantation.* — On pèse également 5 grammes de matière, on les introduit dans un verre de Bohême à fond plat, on les arrose d'environ 20 centimètres cubes d'eau distillée et on agite pour bien mouiller toute la poudre. Le verre étant alors recouvert d'un verre de montre, on ajoute au moyen d'une pipette 20 centimètres cubes d'acide azotique en soulevant le verre de montre d'un côté avec le bec de la pipette. Si l'effervescence est vive, on n'ajoute l'acide que peu à peu. Lorsque tout l'acide est introduit et que l'effervescence

est à peu près calmée, le verre est placé sur le bain de sable pour chauffer le liquide à une température voisine de l'ébullition ; on le maintient ainsi pendant une demi-heure environ en agitant de temps en temps. On enlève alors le verre de montre, on le lave au-dessus du verre par un jet de pissette à eau distillée, on agite la masse et on laisse reposer ; elle se sépare en un dépôt et un liquide clair surnageant.

On décante la partie claire dans un matras de 100 centimètres cubes, on remet de l'eau bouillante sur le résidu, on laisse de nouveau déposer, puis on décante la partie claire ou à peu près claire dans le matras, et ainsi de suite jusqu'à ce que le liquide ne soit plus acide. On obtient ce résultat bien avant que le matras ne soit plein ; on le fait refroidir s'il y a lieu, on parfait le volume avec de l'eau distillée et on filtre. Cette fois, l'erreur résultant de la petite quantité de matière solide tenue en suspension est complétement négligeable.

En procédant ainsi, on évite les lenteurs de la filtration et de l'épuisement sur filtre, opération toujours très-longue et souvent imparfaite avec des matières qui obstruent les pores du papier. Il arrive, en effet, dans ce cas, que la partie inférieure du filtre étant encombrée et rendue presque imperméable, le liquide passe par la partie supérieure et ne se renouvelle pas dans toute la masse dont l'épuisement reste incomplet. Il en résulte nécessairement une erreur en moins. Il est dès lors facile de comprendre qu'entre deux chimistes dont l'un opère la dissolution par la méthode volumétrique et l'autre par la filtration, il peut facilement y avoir des écarts de 4 à 5 pour 100, toutes choses étant semblables d'ailleurs. En opérant par décantation, toutes les causes d'erreurs disparaissent. Cette observation suffit pour justifier les détails que j'ai cru devoir donner sur cette opération élémentaire.

3° *Précipitation.* — Pour faire la précipitation de l'acide phosphorique, on prend, en général, 5 centimètres cubes de la liqueur obtenue. Si le produit a laissé une grande quantité de matière insoluble, il y a lieu de supposer qu'il est très-pauvre en phosphate ; on en prend alors 10 et même 20 centimètres cubes. On vide la pipette qui a servi à faire la prise dans un verre à précipiter, à bec ; on ajoute 10 centimètres cubes de liqueur citro-magnésienne (1) et un grand excès d'ammoniaque. On agite d'abord doucement à l'aide d'une baguette de verre pour mélanger les liquides qui ne doivent pas se troubler immédiatement. S'il se produisait un nuage, ce serait la preuve que la quantité de liqueur citro-magnésienne serait insuffisante ; on en rajouterait immédiatement une seconde pipette de 10 centimètres cubes. On agite ensuite vivement avec la baguette et le précipité de phosphate ammoniaco-magnésien ne tarde pas à se former. Pour que la précipitation soit complète, il est indispensable de laisser reposer le liquide pendant quatre à cinq heures au moins. Le mieux est de faire la précipitation le soir et de ne fitrer que le lendemain matin.

Le dépôt se fait d'autant plus vite que la liqueur s'échauffe moins lors du mélange des liquides et que l'excès d'ammoniaque est plus grand. Comme l'échauffement résulte de la combinaison de l'ammoniaque avec les acides de la dissolution, on peut facilement l'éviter en saturant presque la dissolution de phosphate par de l'ammoniaque étendue avant d'y ajouter la liqueur citro-magnésienne, en employant une liqueur citro-magnésienne alcaline et en ajoutant un très-grand excès d'ammoniaque. Je me suis assuré que, dans ces conditions, la précipitation était complète au bout de deux heures. Mais le précipité est alors extrêmement ténu ; il encombre les pores du filtre et le lavage devient beaucoup plus difficile ; la quantité du liquide à filtrer est aussi plus considérable. On obtient le résultat plus tôt, il est vrai ; mais l'opération est beaucoup plus laborieuse. Il est donc préférable, dans la grande majorité des cas, de procéder comme je l'ai indiqué d'abord. On n'aura recours à cette modification que lorsqu'il sera absolument indispensable d'obtenir le résultat le jour même où l'essai a été commencé.

4° *Dosage volumétrique de l'acide phosphorique.* — La précipitation étant complète, il n'y a plus qu'à filtrer le liquide, laver le précipité à l'eau ammoniacale au $^1/_{10}$, le redissoudre par

(1) Il y a dans la formule de la liqueur citro-magnésienne que j'ai donnée dans mon premier article, n° de mars 1872, page 221, une erreur d'impression. La quantité d'ammoniaque à 22 degrés doit être de 400 centimètres cubes et non 500, comme cela est imprimé. Avec 500 centimètres cubes, la liqueur se trouble au bout de peu de temps en laissant déposer du sous-citrate de magnésie.

l'acide nitrique au $^1/_{10}$, saturer par l'eau ammoniacale, ajouter 5 centimètres cubes de solution d'acétate de soude, et titrer à la solution d'urane en suivant toutes les indications que j'ai précédemment données.

Voici, du reste, quelques exemples de ce genre d'essai tels qu'ils ont été inscrits sur mon livre de laboratoire.

Essai d'un phosphate naturel des Ardennes, en poudre.

Matière	5 grammes.
Dissolution volumétrique........	Acide azotique, 20 centimètres cubes; eau, Q. S. pour faire 100 centimètres cubes.
Solution filtrée.................	5 centimètres cubes = $0^{gr}.250$ matière.
Liqueur citro-magnésienne......	10 centimètres cubes. Ammoniaque en excès.

Essai du précipité redissous :

Solution d'urane........	$12^{cc}.7$	Titre.......... $4^{mgr}.88$. Correction..... 1 centimètre cube.
Correction.............	$1^{cc}.0$	
Reste........	$11^{cc}.7 \times 4^{mgr}.88 = 57^{mgr}.09$.	

250 milligrammes : $57^{mgr}.09$ :: 100 : x. $x = 22.838$.

Le produit essayé contenait donc 22.838 pour 100 d'acide phosphorique.

Si on veut connaître la richesse correspondante en phosphate de chaux tribasique, on n'a qu'à multiplier le résultat obtenu par 2.18. Le produit essayé contenait donc 22.838×2.18, soit 49.78 pour 100 de phosphate de chaux.

Essai d'une apatite d'Espagne.

Matière	5 grammes.
Dissolution volumétrique........	Acide azotique, 20 centimètres cubes; eau, Q. S. pour faire 100 centimètres cubes.
Solution filtrée.................	5 centimètres cubes = $0^{gr}.250$ matière.
Liqueur citro-magnésienne......	10 centimètres cubes. Ammoniaque en excès.

Essai du précipité redissous :

Solution d'urane........	$12^{cc}.1$	Titre..................... $6^{mgr}.83$. Correction.............. $0^{cc}.70$.
Correction.............	$0^{cc}.7$	
Reste........	$11^{cc}.4 \times 6.83 = 77^{mgr}.86$ PhO^5.	

250^{mgr} : $77^{mgr}.86$ :: 100 : x. $x = 31.144$ pour 100.

La matière contenait donc 31.144 d'acide phosphorique pour 100, soit $31.144 \times 2.18 = 67.89$ de phosphate tribasique de chaux.

Le même échantillon dissous par décantation a donné exactement le même résultat. Il n'y a pas lieu de s'en étonner, puisque le produit ne contient qu'une faible proportion de matière insoluble.

En général, la dissolution volumétrique est parfaitement applicable aux phosphates naturels riches et même aux pauvres, lorsque la matière étrangère est surtout formée de carbonate de chaux.

Essai d'un guano phosphaté (guano de Bolivie).

Matière pulvérisée	5 grammes.
Dissolution volumétrique........	Acide azotique, 20 centimètres cubes; eau, Q. S. pour faire 100 centimètres cubes.
Solution filtrée.................	5 centimètres cubes = $0^{gr}.250$ matière.
Liqueur citro-magnésienne......	10 centimètres cubes. Ammoniaque en excès.

Essai du précipité redissous :

Solution d'urane........	$15^{cc}.0$	Titre..........	$4^{mgr}.88$.
		Correction.....	1 centimètre cube.
Correction.............	$1^{cc}.0$		

Reste........ $14^{cc}.0 \times 4.88 = 68^{mgr}.3$ PhO^5.

250 milligrammes : $68^{mgr}.3$ :: 100 : x. $x = 27.328$ pour 100.

Phosphate tribasique pour 100 = $27.328 \times 2.18 = 59.57$.

Il serait inutile de reproduire un plus grand nombre d'essais. Les trois exemples ci-dessus feront suffisamment saisir la pratique du procédé.

J'ai omis à dessein, dans ces exemples, le dosage de l'eau parce qu'il importe avant tout que le résultat d'un essai soit exprimé par rapport à l'état même sous lequel la matière est livrée. L'usage adopté par beaucoup de chimistes de doser l'eau à part et d'indiquer ensuite le rapport de l'élément utile à la matière sèche a donné lieu à de graves abus. Le marchand qui possède une analyse ainsi libellée se garde bien d'avertir l'acheteur que le titre se rapporte à la matière sèche et qu'il livrera de la matière contenant une certaine quantité d'eau. Il spécule sur l'ignorance de l'acheteur, qui n'est généralement pas au courant de toutes ces roueries. Il offre un produit contenant, je suppose, 50 pour 100 de phosphate de chaux, et, au besoin, il cite à l'appui l'analyse qu'il en a fait faire et où la richesse de 50 pour 100 est effectivement indiquée. Mais cette analyse indique aussi que la matière contient 10 pour 100 d'eau et que c'est après l'avoir desséchée qu'on y a trouvé 50 pour 100 de phosphate. La matière livrée ne contiendra donc en réalité que 45 pour 100 de phosphate, et si l'acheteur réclame, on lui dira alors seulement qu'on lui a vendu au titre sec et que la marchandise contient 10 pour 100 d'eau. Cette manière de formuler les analyses fournit donc aux habiles un moyen de surprendre la bonne foi des acheteurs, et doit être, par conséquent, abandonnée. Lorsque j'achète un phosphate naturel ou un noir, ce que je veux savoir et ce que le chimiste doit me dire, c'est combien 100 kilogrammes de produit livré contiennent de phosphate de chaux pur. Peu m'importe de savoir ce qu'il contiendrait s'il était sec, et s'il faut que je fasse un calcul pour me rendre compte de ce que j'achète, le renseignement que l'on me donne est évidemment insuffisant, car je puis ne pas savoir le faire, je puis n'y pas songer ou même on peut, à dessein, ne pas m'en fournir tous les éléments.

Ce sont là des notions tellement élémentaires qu'il semble puéril d'y insister. Cependant, les abus qui résultent tous les jours de la vente de produits offerts au titre sec et livrés humides sont tellement considérables que l'on ne saurait trop appeler l'attention des chimistes et des agriculteurs sur cette manière vicieuse de libeller les analyses et sur le parti merveilleux que la fraude sait en tirer.

VI.

DOSAGE DE L'ACIDE PHOSPHORIQUE DANS LES PRODUITS D'OS ET DANS LES ENGRAIS.

Dans les os et dans les produits qui en proviennent, tels que os dégélatinés, cendres d'os, noirs neufs ou épuisés, noirs de raffinerie, de sucrerie, phosphates précipités, etc., de même que dans les engrais naturels ou fabriqués, le dosage de l'acide phosphorique s'opère exactement comme dans les phosphates naturels ; et après ce qui précède, je n'aurais rien à dire de ces divers produits si l'eau et les matières organiques qui accompagnent les phosphates ne créaient dans quelques cas des difficultés spéciales qui exigent des manipulations particulières.

Pour les noirs, il arrive fréquemment qu'ils sont tellement humides et si peu homogènes qu'il serait difficile d'arriver à un résultat certain si on se contentait d'en peser 5 grammes. Il faut alors en prendre un échantillon de 400 à 500 grammes, l'introduire dans une capsule dont on prend le poids, le faire sécher en chauffant la capsule au bain-marie et en agitant fréquemment la masse au moyen d'une spatule tarée avec la capsule. Lorsque la matière est suffisamment sèche pour être pulvérisée, on reprend le poids de la capsule ; la différence représente l'eau perdue. On pulvérise la matière, on la tamise à plusieurs reprises pour la bien mélanger. C'est l'échantillon ainsi préparé que l'on soumet à l'analyse. On rapporte ensuite, par le calcul, le résultat obtenu à la matière telle qu'elle a été livrée.

Exemple : On pèse dans une capsule tarée 400 grammes d'un noir de raffinerie pâteux, on dessèche au bain-marie, on repèse la capsule dont le poids a diminué de 75 grammes. La matière a donc perdu 75 grammes d'eau, soit 18.75 pour 100. On la pulvérise et on en prend 5 grammes pour l'essai. Le résultat indique que la matière essayée contient 25.20 pour 100 d'acide phosphorique. Comme la matière primitive ne contenait, pour 100, que 100 — 18.75, soit 81.25 de matière dans l'état où elle a été soumise à l'essai, on aura le titre réel au moyen de la proportion suivante :

$$100 : 25.20 :: 81.25 : x. \quad x = 20.47.$$

Le noir essayé contenait donc 20.47 pour 100 d'acide phosphorique, ou $20.47 \times 2.18 = 44.62$ de phosphate de chaux.

Il faut avoir bien soin de ne pas confondre la dessiccation partielle que je viens d'indiquer, et dont le seul but est d'amener la matière à un état maniable, avec la dessiccation absolue qu'il faut lui faire subir pour doser exactement l'eau qu'elle contient. Mon but n'étant pas de traiter du dosage de l'eau dans cet article, je laisse la question de côté. Je me propose d'y revenir lorsque je traiterai de l'analyse complète des produits que je n'examine pour le moment qu'au point de vue du dosage de l'acide phosphorique.

Les os et la plupart des engrais contiennent des matières organiques en plus ou moins grande quantité. Ces matières, outre qu'elles peuvent quelquefois préserver dans une certaine mesure les phosphates de l'action dissolvante de l'acide azotique, donnent aux dissolutions une telle viscosité que les filtrations deviennent très-lentes et le travail des analyses beaucoup plus laborieux. Il y a donc grand avantage à s'en débarrasser. Pour cela, on introduit 10 ou 20 grammes de l'échantillon à analyser dans une capsule de platine ou dans un têt en porcelaine taré, et on calcine soit au moufle, soit au gaz, à une température qui ne doit pas dépasser le rouge naissant (1).

Cette calcination, n'ayant d'autre but que de détruire la manière organique, n'a pas besoin d'être poussée aussi loin que s'il s'agissait de doser la matière combustible par incinération. Il suffit, en général, d'une heure de séjour au rouge naissant pour que l'opération soit terminée. On place alors la capsule dans un exsiccateur pour la laisser refroidir, et on en reprend le poids. La perte représente l'eau et la matière organique détruite. On pulvérise la cendre, on en prend 5 grammes pour faire un essai et on rapporte, par le calcul, le résultat trouvé à la matière primitive exactement comme je l'ai indiqué pour les noirs (2).

---

(1) Les engrais qui contiennent de l'acide phosphorique soluble ne doivent jamais être soumis à la calcination, car cette opération pourrait faire perdre une partie de l'acide phosphorique, le phosphate acide de chaux étant partiellement réduit par le charbon à l'état de phosphore dont une partie pourrait être volatilisée. S'il était nécessaire d'incinérer de semblables engrais, il faudrait les mélanger préalablement avec leur poids de chaux pure.

(2) Depuis la publication de mon premier article, j'ai pu lire la nouvelle édition des *Leçons de chimie agricole*, de M. Bobierre, qui vient de paraître, ainsi qu'une brochure sur l'analyse des phosphates que le savant professeur de la ville de Nantes a bien voulu m'adresser. J'y ai constaté avec une vive satisfaction que M. Bobierre avait déjà reconnu comme moi et comme bien d'autres chimistes les abus de la méthode de précipitation par l'ammoniaque, dite *méthode commerciale*, en ce qui concerne son application à l'analyse des phosphates fossiles. Il cite des exemples dans lesquels l'écart entre le dosage commercial et le dosage scientifique est de 5 à 13 pour 100 de la matière essayée. Un phosphate qui a donné 50 pour 100 par la méthode commerciale ne donne que 36.34 pour 100 par le dosage de l'acide phosphorique. Un autre, qui a donné 47.50 et 47 pour 100 de précipité par l'ammoniaque, ne contenait que 15.35 pour 100 d'acide phosphorique correspondant à 33.25 de phosphate tribasique de chaux. On a donc un écart de 13.66 pour 100 dans le premier cas et de 14 pour 100 dans le second. C'est là évidemment une erreur inadmissible, et M. Bobierre est d'accord avec moi sur ce point ; mais elle devient véritablement monstrueuse si on la rapporte, comme cela doit se faire, en bonne logique, à la quantité réelle de phosphate de chaux existant dans le produit. Lorsqu'on achète un phosphate, c'est pour fournir de l'acide phosphorique à la terre qui doit le recevoir ; les matières étrangères qui accompagnent le phosphate de chaux n'ont aucune valeur et sont même nuisibles aux intérêts de l'agriculteur, puisqu'elles augmentent en pure perte les frais de transport qu'il sera forcé de subir. C'est donc uniquement du phosphate de chaux pur contenu dans les produits livrés que nous avons à nous occuper, et lorsque nous comparons deux méthodes d'analyse, si nous voulons estimer l'écart qu'elles présentent d'une façon réellement sérieuse, c'est au phosphate réel qu'il faut le rap-

On obtient ainsi le dosage de l'acide phosphorique total contenu dans les engrais sans distinction de l'état sous lequel il s'y trouve.

---

porter et non au poids total de la matière essayée. Envisagés de cette façon, les écarts signalés par M. Bobierre prennent des proportions véritablement effrayantes et bien capables de faire repousser une méthode qui n'a guère plus d'exactitude que l'estimation au coup d'œil, puisqu'elle commet des erreurs de 37 à 42 pour 100.

Nous avons, en effet, dans le premier cas cité par M. Bobierre, une erreur de 13.66 sur 36.34 de phosphate réel, soit 37.64 pour 100 ; et, dans le second cas, une erreur de 14 sur 33.25 de phosphate réel, soit 42.10 pour 100. Ce qui signifie que l'agriculteur qui a acheté pour 100 francs de l'un de ces phosphates, d'après l'analyse commerciale, n'a eu dans le premier cas que pour 62 fr. 35 de phosphate réel, et, dans le second cas, pour 57 fr. 90 seulement ! Avais-je raison de dire dans mon premier article que la protection de l'agriculture par de tels procédés était véritablement une protection à rebours et un encouragement à la fraude ?

Je me scandalisais pour des écarts de 10 à 15 pour 100 ; mais il paraît que j'avais été privilégié en tombant sur des matières aussi favorables à la méthode commerciale. M. Bobierre, le principal promoteur de la méthode commerciale en France, du moins pour l'essai agricole des noirs d'os, avec une conscience qui l'honore, nous fournit les éléments de la critique la plus décisive que l'on puisse adresser à cette méthode, et conclut, comme nous, à la nécessité de « renoncer aux méthodes expéditives que l'on a cru praticables « jusqu'à ce jour et de s'en tenir au dosage de l'acide phosphorique par l'ancien et excellent procédé qui « consiste à engager l'acide phosphorique dans la combinaison ammoniaco-magnésienne. »

M. Bobierre décrit ensuite l'ancien procédé de M. Boussingault, qui n'a d'autre inconvénient que celui d'être très-long et très-laborieux. On a vu dans notre premier article que l'on pouvait atteindre à une précision au moins égale, si ce n'est supérieure, par une méthode beaucoup plus expéditive et presque aussi rapide que la méthode commerciale. Ainsi, en ce qui concerne les phosphates fossiles, tout le monde est d'accord ; la question se trouve donc définitivement jugée.

Il n'en est malheureusement pas de même en ce qui concerne les noirs et les produits d'os. Ici, selon M. Bobierre, la méthode commerciale se trouve dans son domaine propre et présente de tels avantages qu'il n'hésite pas à la conserver. Voyons donc quelles sont les raisons qu'il fait valoir en sa faveur.

La première est la rapidité du travail. Cette raison n'existe plus depuis que nous avons fait connaître une méthode presque aussi rapide et toujours parfaitement exacte.

La seconde est la faiblesse des erreurs auxquelles la méthode commerciale donne lieu avec les produits d'os. Pour en justifier, M. Bobierre cite plusieurs essais de noirs qu'il a vérifiés par la méthode Chancel et qui se sont trouvés sensiblement exacts.

Je l'ai dit dans mon premier article : la méthode Chancel (phosphate de bismuth) a, bien qu'à un moindre degré, les mêmes défauts que la méthode commerciale et ne peut légitimement servir à la vérifier. D'ailleurs, les essais cités ont été faits sur des noirs très-riches, et là il n'y a rien de surprenant à ce que les deux méthodes soient à peu près d'accord. Pour des noirs plus pauvres et ayant servi (noirs de lavage), M. Bobierre constate une erreur de 2.1 pour 100 dans un produit contenant 38.50 de phosphate de chaux. Rapportée au phosphate réel, cette erreur s'élève à 5 1/2 pour 100, ce qui sort évidemment des limites d'erreurs tolérables, car 5 1/2 pour 100 représente, pour l'acheteur qui fait des affaires importantes en noirs pour engrais, plus que l'intérêt d'une année du capital qu'il engage dans l'opération.

Enfin, M. Bobierre a conservé un grand nombre de précipités obtenus par l'ammoniaque dans des noirs, et il en a fait l'analyse après les avoir mélangés. Il a reconnu que cette matière contenait 43.80 pour 100 d'acide phosphorique correspondant à 94.88 de phosphate de chaux. C'est donc encore ici une erreur moyenne de 5.12 pour 100 qui a été commise dans les essais dont proviennent ces précipités. J'observe enfin que le chiffre de 43.80 adopté pour l'acide phosphorique est une moyenne déduite de deux analyses ayant donné, l'une, 42.17, l'autre, 44, soit un écart de 1.33, ce qui, rapporté à l'acide phosphorique trouvé, fait une différence de 4.35 pour 100. J'en conclus que la rigueur de la méthode employée par M. Bobierre pour sa vérification laisse beaucoup à désirer, car les dosages d'acide phosphorique peuvent être faits par la méthode que j'ai indiquée avec une bien plus grande précision. Voici d'ailleurs un essai qui prouve que les erreurs peuvent s'élever sensiblement plus haut que ne le pense M. Bobierre.

Un noir de sucrerie m'a donné, par la méthode *citro-uranique* :

Acide phosphorique, 29.40 pour 100, soit, phosphate de chaux, 64.09 pour 100.

La précipitation ammoniacale opérée avec tous les soins indiqués par M. Bobierre a donné :

Précipité, déduction faite des cendres du filtre.	68.30
Différence en plus	4.21

4.21 sur 64.09 = 6.56 pour 100 en plus.

Le précipité se dissout dans l'acide chlorhydrique en dégageant quelques bulles d'acide carbonique presque imperceptibles. L'excès de poids n'est donc pas dû à du carbonate de chaux. Mais la solution chlorhydrique

Ce renseignement, qui est ordinairement suffisant pour les phosphates, considérés comme matière première de la fabrication des engrais, est complétement insuffisant lorsqu'il s'agit des engrais naturels ou fabriqués, ou même des phosphates naturels devant être employés directement, attendu qu'il ne dit rien sur l'assimilabilité des phosphates, et que, pour l'agriculture, ce point est bien autrement intéressant que la quantité absolue des phosphates contenus. J'aurais donc à examiner, avant d'en terminer avec les phosphates naturels et artificiels, les moyens que l'on peut employer pour estimer leur degré d'assimilabilité et les ressources qu'offre la méthode citro-uranique pour y parvenir. Toutefois, comme j'aurai à revenir sur cette question à propos des superphosphates, je renverrai tout ce qui la concerne à un chapitre spécial que je placerai à la suite de l'analyse de ces produits.

VII.

DOSAGE DE L'ACIDE PHOSPHORIQUE DANS LES CENDRES VÉGÉTALES, DANS LES TERRES, DANS LE FUMIER, DANS LE PURIN, DANS L'URINE, DANS LE LAIT ET DANS LES EAUX.

a. *Cendres végétales.* — L'acide phosphorique peut être dosé dans les cendres végétales en procédant exactement comme pour les phosphates naturels, avec cette seule différence qu'il est bon de séparer préalablement la silice à cause de la quantité trop importante de ce corps qui pourrait se trouver en dissolution dans le produit du traitement acide de la cendre.

On pèse $2^{gr}.50$ de la cendre à essayer, on les met dans une capsule de porcelaine, on les arrose d'un peu d'eau, puis on ajoute 10 centimètres cubes d'acide azotique pur, en tenant la capsule couverte d'un verre de montre. Quand l'effervescence a cessé, on met la capsule au bain de sable en la maintenant toujours couverte. Lorsque le liquide commence à bouillir, on découvre, on lave le verre de montre sur la capsule par un jet de pissette à eau distillée et on évapore à sec. On chauffe pendant une demi-heure environ le résidu, on laisse refroidir, on arrose d'un peu d'acide azotique, et après une heure de contact on ajoute de l'eau; on fait bouillir doucement et on filtre si l'on veut recueillir et peser la silice, sinon on décante dans une fiole jaugée à 50 centimètres cubes.

Si on a décanté au lieu de filtrer, la liqueur est trouble; on la filtre rapidement dans un flacon et on en prend 5 ou 10 centimètres cubes pour l'essai.

b. *Terres.* — Étant donné un échantillon de terre recueilli et préparé avec tous les soins convenables, on en prend 10 grammes que l'on traite exactement comme je viens de le dire pour les cendres, pour en séparer la silice, avec cette seule différence que l'on remplace l'acide azotique par de l'acide chlorhydrique, ou mieux encore par de l'eau régale.

Lorsque la silice est séparée et lavée, on réunit la totalité des liqueurs, on les concentre par évaporation pour les réduire à un petit volume (de 35 centimètres cubes environ); on ajoute 10 centimètres cubes de liqueur citro-magnésienne et un grand excès d'ammoniaque. On agite doucement pour mélanger les liqueurs. S'il se produit un trouble immédiat, on rajoute de la liqueur citro-magnésienne pour le redissoudre et alors on agite fortement et on laisse reposer environ vingt-quatre heures.

Au bout de ce temps, l'acide phosphorique est entièrement déposé à l'état de phosphate

---

se trouble abondamment par le chlorure de baryum. Le noir contenait donc du sulfate de chaux qui s'est précipité avec le phosphate et en augmente le poids. Dans ce cas, la vérification par le nitrate de bismuth donnerait évidemment un résultat erroné.

Au prix élevé où sont arrivés les produits d'os, une erreur de 6 1/2 pour 100 n'est certainement pas négligeable. Ce qui a trompé surtout M. Bobierre sur l'importance de ces différences, c'est qu'il les atténue considérablement, au moins en apparence, en les rapportant à la matière essayée. Il y a là évidemment une erreur matérielle, car il est bien clair que c'est au produit utile existant réellement dans la matière livrée qu'il faut rapporter l'erreur commise, si l'on veut juger de sa véritable importance. J'ose donc espérer que M. Bobierre, dont j'ai discuté l'opinion avec un soin qui témoigne de l'importance que j'y attache et de l'estime que j'ai pour ses travaux, m'accordera qu'il n'y a plus lieu de conserver, même pour les noirs, à l'égard desquels elle est certainement moins vicieuse, la méthode dite commerciale qui a donné lieu à de si énormes abus par son application aux phosphates fossiles. Cette conclusion est particulièrement justifiée par la possibilité de ramener actuellement tous les dosages d'acide phosphorique à une méthode unique, d'une application tout à fait générale, d'une exécution presque aussi expéditive que la méthode commerciale, et pardessus tout, d'une exactitude qui ne laisse rien à désirer.

ammoniaco-magnésien ; on le recueille et on le titre comme je l'ai indiqué dans les chapitres précédents.

Si la terre est très-pauvre, on en prend 20 grammes et même 50 grammes que l'on traite de la même façon. On peut déterminer ainsi de très-faibles quantités d'acide phosphorique, et si l'on refait plusieurs fois le même travail, on retombe toujours sensiblement sur les mêmes chiffres. Cette méthode est tout aussi exacte et beaucoup plus expéditive que celle qu'indique M. Paul de Gasparin dans son remarquable travail sur l'analyse des terres.

Ainsi que l'indique ce savant analyste, il peut arriver, notamment dans les terres d'origine feldspathique, que la totalité de l'acide phosphorique ne soit pas extraite par l'eau régale et qu'il en reste dans le résidu siliceux de l'attaque. On peut, dans ce cas, fondre ce résidu avec un mélange de carbonate de soude et de potasse, le reprendre par l'acide chlorhydrique, en séparer la silice et faire un second dosage d'acide phosphorique dans la liqueur. On obtiendra cette fois l'acide phosphorique resté dans le residu, mais cette recherche ne présente pas un bien grand intérêt au point de vue de l'agriculture pratique, car l'acide phosphorique qui ne peut être enlevé par l'eau régale est évidemment à un état complétement inassimilable et probablement pour longtemps. La culture n'a donc guère à s'en préoccuper; la géologie peut au contraire avoir un sérieux intérêt à le rechercher. C'est pourquoi nous avons dit un mot de cette application de la méthode citro-uranique.

c. *Fumier.* — On pèse 500 grammes de fumier préalablement bien mélangé ; on fait sécher dans une grande capsule, au bain-marie ou à l'étuve; on incinère par parties qu'on ajoute successivement dans une grande capsule de platine ou dans un têt en porcelaine maintenu au rouge sombre ; on traite ensuite la cendre comme je l'ai dit à l'essai des cendres végétales.

Il est nécessaire de partir d'un échantillon volumineux, à cause du peu d'homogénéité de la matière.

d. *Purin.* — On évapore 100 centimètres cubes de purin sur 2 grammes de magnésie caustique dans une capsule de platine, en rajoutant peu à peu le purin et maintenant la capsule, soit au bain-marie, soit au bain de sable, à une température voisine de l'ébullition. Lorsque le résidu est sec, on le calcine au rouge sombre, on chauffe pour séparer la silice, on arrose le résidu d'eau et d'acide chlorhydrique, on évapore et reprend par l'acide chlorhydrique, on filtre et on précipite l'acide phosphorique dans la liqueur par la solution citro-magnésienne et l'ammoniaque pour titrer ensuite le précipité par l'urane.

e. *Urine.* — On peut doser l'acide phosphorique dans l'urine, directement par la solution d'urane, ainsi que l'indiquent Neubauer et divers auteurs; toutefois, comme ce liquide contient de la chaux et se trouble sensiblement quand on y ajoute de l'acétate de soude, je préfère opérer de la manière suivante :

A 20 ou 30 centimètres cubes d'urine filtrée on ajoute 10 centimètres cubes de liqueur citro-magnésienne et un excès d'ammoniaque; on laisse reposer douze heures et on titre le précipité.

f. *Lait.* — Il peut y avoir un grand intérêt à doser l'acide phosphorique dans le lait, soit pour comparer l'effet de divers régimes sur les quantités du lait de l'animal qui y est soumis, soit même pour savoir si un lait a été falsifié. On y arrive très-facilement de la manière suivante :

On évapore 20 centimètres cubes de lait sur 1 gramme de magnésie, on calcine, on reprend par l'acide nitrique et l'eau; on filtre et on précipite par la liqueur citro-magnésienne et l'ammoniaque. Il ne reste plus ensuite qu'à titrer le précipité. On peut traiter de la même manière le sang et tous les liquides de l'économie animale.

g. *Eaux.* — Dans les eaux d'irrigation, et en général dans les eaux douces, l'acide phosphorique n'existe qu'en si faible quantité que jusqu'ici on s'est peu appliqué à en faire le dosage. Il est cependant indispensable, si l'on veut apprécier exactement la valeur agricole d'une eau, d'en connaître la richesse en acide phosphorique.

Avant d'entreprendre le dosage de l'acide phosphorique dans une eau, opération laborieuse à cause de l'évaporation nécessaire d'une grande quantité d'eau, il est bon de s'assurer par un essai qualitatif de la présence du corps cherché.

On y arrive très-facilement en ajoutant à l'eau une petite quantité de perchlorure de fer et

précipitant par l'ammoniaque. On laisse le précipité se rassembler pendant vingt-quatre heures, puis on décante la partie claire à l'aide d'un siphon effilé, on redissout le précipité qui contient la totalité de l'acide phosphorique; avec un peu d'acide chlorhydrique, on évapore à sec et on chauffe pendant une demi-heure à 250 degrés environ; on reprend par l'acide chlorhydrique et l'eau, et on filtre pour séparer la silice. On fait bouillir la liqueur avec la solution molybdique de Sonnenschein (1). Si elle donne un précipité jaune ou seulement une coloration jaune prononcée, la présence de l'acide phosphorique est certaine. Cette certitude une fois acquise, on opère le dosage de la manière suivante :

On évapore dans une grande capsule au moins 10 litres d'eau, jusqu'à réduction à 1 litre environ, on ajoute de l'acide chlorhydrique dans le liquide encore chaud, en quantité suffisante pour bien dissoudre le dépôt qui s'est formé, puis quelques gouttes de perchlorure de fer et de l'ammoniaque en léger excès. Il se forme un précipité d'oxyde de fer qui entraîne la totalité de l'acide phosphorique. On décante le liquide, on recueille le précipité sur un filtre et on le lave. On le dissout ensuite avec un peu d'acide chlorhydrique ou nitrique, et on ajoute à la liqueur obtenue 5 centimètres cubes de liqueur citro-magnésienne et un excès d'ammoniaque. Au bout de vingt-quatre heures on recueille, on lave à l'eau ammoniacale et on titre par la liqueur d'urane le précipité de phosphate ammoniaco-magnésien obtenu.

En opérant sur 10 litres d'eau, le précipité est souvent insuffisant pour qu'on puisse le titrer d'une manière certaine. Il n'y a alors qu'à évaporer une plus grande quantité d'eau et à réunir dans le même verre le produit des deux opérations.

Pour évaporer commodément les grandes quantités d'eau nécessaires à cet essai, on fait usage d'une capsule maintenue à l'ébullition par un fourneau à gaz et couverte d'un grand entonnoir entrant un peu au-dessous des bords de la capsule, mais ne plongeant pas dans l'eau dont le niveau doit être inférieur de 1 centimètre au moins. Ce niveau est d'ailleurs maintenu constant au moyen d'un grand gazomètre faisant fonction de vase de Mariotte et contenant l'eau à évaporer. Celle-ci est amenée dans la capsule par un tube effilé passant par le bec au-dessous du bord de l'entonnoir. On laisse l'opération marcher jour et nuit, et le vase de Mariotte étant divisé en litres par une échelle fixée sur le tube de niveau, on peut toujours savoir quelle est la quantité d'eau qui a été évaporée. On arrête l'opération lorsqu'on juge cette quantité suffisante.

VIII.

SUPERPHOSPHATES.

On appelle superphosphates des produits artificiels que l'on obtient en traitant les phosphates naturels ou artificiels par l'acide sulfurique. Le but de ce traitement est de rendre soluble dans l'eau l'acide phosphorique afin d'en assurer l'assimilabilité. C'est donc surtout dans ces produits et dans les engrais qui en contiennent qu'il importe au plus haut degré de doser séparément l'acide phosphorique soluble et insoluble, puisque ce double dosage donne la mesure dans laquelle le but a été atteint et par conséquent fixe la valeur réelle du produit.

La fabrication du superphosphate se fait en Angleterre sur une très-vaste échelle, et les produits qu'elle livre à la culture ont une composition assez régulière, qui varie entre 10 et 16 pour 100 d'acide phosphorique soluble et 2 à 4 d'insoluble. Les Anglais ont l'habitude de représenter la richesse de leurs produits par la quantité de phosphate tribasique de chaux que le traitement acide a rendue soluble. Ainsi, pour obtenir 10 pour 100 d'acide phosphorique soluble, il a fallu attaquer 21.80 de phosphate tribasique de chaux. Si un superphosphate est offert comme contenant 21.80 pour 100 de phosphate soluble, cela signifie donc qu'il contient 10 pour 100 d'acide phosphorique soluble, et en général on n'a qu'à diviser le titre en phosphate tribasique par 2.18 pour obtenir le titre en acide phosphorique, ou inver-

(1)

Acide molybdique	1	partie.
Ammoniaque à 22 degrés	8	—
Acide azotique	20	—

sement à multiplier par 2.18 le titre en acide phosphorique pour obtenir le titre en phosphate tribasique.

Cette règle est très-simple et a l'avantage de s'appliquer aussi bien aux phosphates solubles qu'aux phosphates ordinaires, et c'est probablement la raison qui l'a faite adopter par les Anglais qui ont à un très-haut degré l'esprit pratique.

Chez nous, les choses se sont passées autrement, et, bien que cette industrie soit toute récente, il y a déjà trois ou quatre manières différentes d'exprimer la richesse des superphosphates, au grand bénéfice de la fraude qui sait toujours tirer parti de toutes les confusions.

Certains chimistes, et ce sont selon moi les plus sages, expriment simplement la richesse des superphosphates en acide phosphorique soluble et insoluble. De cette façon, aucune équivoque n'est possible, et son adoption générale est le seul moyen de faire cesser toute confusion.

D'autres procèdent à la manière anglaise, et cela tient surtout à ce qu'employant pour l'essai la méthode commerciale, ils donnent les résultats tels qu'ils les obtiennent, c'est-à-dire exprimés en phosphate tribasique de chaux.

D'autres enfin, considérant que le phosphate tribasique de chaux n'est pas soluble dans l'eau et qu'il y a par conséquent une erreur chimique dans une expression qui lui attribue cette propriété, ont adopté l'expression de la richesse en phosphate acide de chaux $CaO.2HO.PhO^5$. Pour ceux-là qu'on pourrait appeler les puristes, 10 pour 100 d'acide phosphorique représentent 16.48 de phosphate soluble, c'est-à-dire de phosphate acide de chaux.

Le même superphosphate contiendra donc suivant les uns 21.8 de phosphate soluble, et suivant les autres 16.48 seulement. Le moyen de mettre tout le monde d'accord et d'éviter toute confusion est de dire qu'il contient 10 pour 100 d'acide phosphorique soluble. Ce sera aussi le meilleur moyen d'arrêter la fraude qui s'empresse de profiter de la confusion générale qui résulte de ces diverses manières d'exprimer une seule et même chose et crée à son usage une quatrième manière d'exprimer la richesse des superphosphates. Seulement celle-là sort entièrement de la synonymie et a pour but de voiler la pauvreté excessive des produits. On prend en effet un phosphate à 30 pour 100 de phosphate tribasique. On le traite par une plus ou moins forte quantité d'acide sulfurique, et on le vend comme contenant 30 pour 100 de phosphate soluble. En réalité le produit ne contient plus 30 pour 100 de phosphate puisqu'il a été allongé d'acide sulfurique qui a nécessairement diminué son titre, et ensuite rien ne prouve que le peu de phosphate qui lui reste ait été solubilisé. Si le marchand est attaqué, il répondra en montrant l'analyse de sa matière première, qui porte bien 30 pour 100 de phosphate, et il affirmera que ces 30 pour 100 doivent se retrouver à l'état soluble dans son produit, puisqu'il y a mis de l'acide sulfurique pour les solubiliser. Si vous lui objectez que ces 30 kilogrammes de phosphate, qui étaient au début de l'opération dans 100 kilogrammes de matière première, étant maintenant dans 150 ou 200 kilogrammes de produit, la matière livrée ne peut évidemment contenir 30 pour 100, il vous répondra qu'il n'est pas chimiste, qu'il ne connaît rien à tous ces calculs et qu'il a revendu de bonne foi sa marchandise pour la richesse qu'elle avait en entrant chez lui, et je n'oserais pas garantir qu'il ne trouvera nulle part des juges disposés à le croire.

Avec l'abandon définitif de la méthode commerciale, toutes ces désignations doivent disparaître, et je ne saurais trop engager les vendeurs et les acheteurs de superphosphates à s'en tenir à la richesse exprimée en acide phosphorique soluble et insoluble, expression qui ne se prête à aucun malentendu.

Le véritable mérite d'un superphosphate est de contenir de l'acide phosphorique immédiatement soluble dans l'eau, puisque c'est dans ce but qu'il a été fabriqué. Aussi la proportion d'acide phosphorique soluble fixe-t-elle essentiellement la valeur des superphosphates. Cependant, comme ces produits contiennent presque toujours une certaine quantité de phosphate inattaqué, il importe de connaître également leur richesse en acide phosphorique insoluble, car si ce dernier n'est pas toujours d'une utilité immédiate pour la végétation, il constitue néanmoins une valeur d'avenir qui enrichit le sol et passera à la longue dans les récoltes. D'ailleurs, on peut se demander si l'action des acides qui a rendu soluble la plus grande partie du phosphate de chaux n'a pas suffisamment attaqué la partie restée insoluble

pour la rendre plus facilement assimilable. Nous examinerons cette question à propos de l'assimilabilité des phosphates et superphosphates.

Comme pour les phosphates naturels ou artificiels, l'essai d'un superphosphate se compose des quatre opérations suivantes :

1° L'échantillonnage ;
2° La dissolution ;
3° La précipitation de l'acide phosphorique à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien.
4° Le dosage volumétrique de l'acide phosphorique contenu dans le précipité.

Échantillonnage. — L'échantillonnage présente souvent de grandes difficultés. Le mieux, lorsque cela est possible, est de prélever sur la partie à apprécier une centaine de kilogrammes par parties prises çà et là dans la masse, de la faire passer au moulin, et d'en prendre ensuite 300 ou 400 grammes pour les envoyer au chimiste. Malheureusement les superphosphates sont rarement assez secs pour pouvoir être traités ainsi. Il y a plus, ils attirent l'humidité en temps de pluie et ils se dessèchent quand le temps est beau. Il en résulte qu'un amas de superphosphate exposé à l'air est plus humide ou plus sec à la surface que dans l'intérieur de la masse. Lors donc qu'on veut en faire l'estimation, il faut découvrir le tas et prendre les échantillons au-dessous de la couche superficielle.

Suivant la méthode de fabrication, les superphosphates sont plus ou moins homogènes. Lorsqu'ils sont fabriqués à la machine servie mécaniquement, les proportions de poudre et d'acide sont parfaitement régulières, et par conséquent il suffit de prendre l'échantillon du produit sur quelques kilogrammes pour avoir la composition de la masse. Mais si le superphosphate a été fabriqué par charges successives, ou bien, comme cela se fait encore dans beaucoup de fabriques par mélanges à la main, dans des auges ou sur le sol, le produit est alors très-peu homogène, et si l'on veut avoir un échantillon qui représente sa composition moyenne, il faut prendre çà et là dans la masse un certain nombre de lots formant ensemble 200 ou 300 kilogrammes, bien brasser la masse ainsi obtenue pour en faire un mélange aussi parfait que possible et prendre ensuite l'échantillon sur le produit ainsi obtenu.

Si la matière est emballée en sacs ou en barriques on prend l'échantillon au moyen de la sonde, comme pour toute autre marchandise, seulement il faut employer une sonde assez longue pour aller jusqu'au centre des colis, car le superphosphate de la surface peut être plus humide ou plus sec que la masse.

Quelle que soit la manière dont l'échantillon a été pris, arrivé au laboratoire il doit être vidé en totalité dans un grand mortier de porcelaine et soigneusement mélangé et tamisé, s'il est possible. Si le produit est trop humide pour passer au tamis même à mailles un peu grosses, on se contente de le mélanger aussi bien que possible à l'aide du pilon et de la spatule, et on le remet en flacon.

Dissolution. — La dissolution doit être double. Il faut en effet l'opérer par l'eau pour doser l'acide phosphorique soluble, et par un acide pour doser l'acide phosphorique insoluble. La plupart des chimistes font les deux dissolutions sur la même prise de matière qu'ils traitent d'abord par l'eau, et, après filtration et lavage, par un acide qui enlève l'acide phosphorique insoluble dans l'eau. Cette méthode exige deux lavages et deux filtrations, opérations longues et délicates, et qui offrent beaucoup de chances d'erreur. Je préfère opérer complétement à part, et sur deux prises de matière différentes, la dissolution par l'eau et par l'acide.

a. *Dissolution aqueuse.* — On pèse exactement 5 grammes de l'échantillon tamisé, on les fait tomber dans un verre à pied et à bec, de 125 grammes de capacité environ. On les arrose d'un peu d'eau distillée, et au moyen d'une baguette de verre renflée à son extrémité en forme de pilon, on délaye la masse de manière à en faire une pâte liquide bien homogène. On ajoute ensuite 20 centimètres cubes d'eau distillée froide, on agite et on laisse reposer. Le liquide se sépare en deux parties, un dépôt assez dense et un liquide trouble surnageant. On vide le liquide trouble dans une fiole jaugée de 100 centimètres cubes, et on remet 10 centimètres cubes d'eau distillée sur la matière pour agiter, laisser de nouveau reposer et décanter dans la fiole comme la première fois. On arrive ainsi, en huit ou dix opérations, à remplir la fiole jusqu'au trait et à épuiser complétement l'acide phosphorique contenu

dans la matière. On s'en assure en constatant que la dernière eau de lavage ne rougit plus le papier de tournesol. Cette méthode d'épuisement est très-expéditive et fournit des résultats très-exacts. Elle est préférable à la filtration à cause de sa rapidité, et à la dissolution volumétrique simple, pratiquée à tort par quelques chimistes, car la partie insoluble du produit est toujours assez importante pour déterminer une erreur sensible.

Si l'échantillon de superphosphate n'a pu être passé au tamis à cause de son humidité et n'est par conséquent pas parfaitement homogène, au lieu d'en prendre 5 grammes pour l'essai, on en prend 50 grammes et on fait par le même procédé un litre de dissolution.

On remarquera que j'opère la dissolution avec de l'eau froide et non de l'eau bouillante, comme l'ont conseillé quelques chimistes. J'ai constaté en effet qu'il suffit de faire bouillir une dissolution de phosphate acide de chaux pour obtenir un dépôt de phosphate neutre de chaux contenant à l'état insoluble une partie de l'acide phosphorique qui était d'abord à l'état soluble dans la dissolution. En opérant donc la dissolution à l'eau bouillante on s'expose à obtenir un titre trop bas en acide phosphorique soluble qui représente la principale valeur du produit examiné.

La solution trouble étant obtenue, on la filtre rapidement dans un flacon. Si la température du laboratoire est un peu élevée, on recouvre l'entonnoir et le flacon d'une cloche afin d'éviter toute évaporation.

b. *Dissolution acide.* — On indroduit dans un verre de Bohême à fond plat, 5 grammes de l'échantillon, on les arrose de 10 centimètres cubes d'acide azotique pur, et on fait chauffer au bain de sable. On ajoute alors de l'eau distillée, et on épuise par décantation comme pour la dissolution acqueuse, jusqu'à ce que la dernière eau ne rougisse plus le tournesol. Les liqueurs réunies dans un matras jaugé et portées au volume de 100 centimètres cubes sont également filtrées dans un flacon.

Comme pour la dissolution acqueuse, on opère sur 50 grammes et on fait un litre de dissolution si l'échantillon n'est pas suffisamment homogène.

Ces opérations nous ont mis en présence de deux dissolutions à 5 pour 100, l'une contenant seulement l'acide phosphorique soluble dans l'eau, l'autre contenant la totalité de l'acide phosphorique de la matière.

Précipitation. — On précipite séparément chacune des dissolutions; on en prend, suivant la richesse présumée, 5, 10 et même 20 centimètres cubes, auxquels on ajoute 10 centimètres cubes de liqueur citro-magnésienne et un grand excès d'ammoniaque. On laisse reposer douze heures, on filtre et on lave le précipité à l'eau ammoniacale au $^1/_{10}$, comme je l'ai précédemment indiqué.

Dosage volumétrique de l'acide phosphorique. — Il ne reste plus qu'à titrer les deux précipités comme je l'ai indiqué dans mon premier article.

Le précipité provenant de la solution acide donne l'acide phosphorique total; celui de la solution aqueuse donne l'acide phosphorique soluble. On obtient l'acide phosphorique insoluble par différence. Voici quelques exemples de ce genre d'analyse tels que je les trouve dans mon livre de laboratoire.

N° 1. Superphosphate mixte obtenu en traitant par l'acide sulfurique un mélange de phosphate fossile et de phosphate précipité.

a. Acide phosphorique soluble :

Matière........................	5 grammes dans 100 centimètres cubes d'eau.
Solution........................	5 centimètres cubes = $0^{gr}.250$ matière.
Solution d'urane.................	9.7 — correction 0.9 = 8.8 × 5 ^{mgr} = $44^{mgr}.0$.
Acide phosphorique soluble........	pour 100 = 17.60.

b. Acide phosphorique total :

Matière......................	5 grammes dans eau et acide azotique 100 centimètres cubes.
Solution......................	5 centimètres cubes = $0^{gr}.250$ matière.
Solution d'urane..............	11.4 — 0.9 = 10.5 × 5 = $52^{mgr}.5$.
Acide phosphorique total......	pour 100 = 21.00.

Résumé : Acide phosphorique total	21.00
Acide phosphorique soluble	17.60
Acide phosphorique insoluble par différence	3.40

N° 2. Superphosphate obtenu en traitant un phosphate précipité par l'acide sulfurique.

En procédant exactement de la même manière, on a obtenu les résultats suivants :

Acide phosphorique total	26.60
Acide phosphorique soluble	22.20
Acide phosphorique insoluble par différence	4.40

N° 3. Superphosphate obtenu en traitant par l'acide sulfurique du phosphate fossile riche des Ardennes :

Acide phosphorique total	13.00
Acide phosphorique soluble	10.70
Acide phosphorique insoluble par différence	2.30

Lorsqu'on désire connaître très-rapidement, comme cela est souvent nécessaire dans une usine, la richesse en acide phosphorique soluble d'un superphosphate, on peut y arriver avec une approximation qui peut être souvent suffisante, en opérant le dosage volumétrique directement sur la dissolution aqueuse du superphosphate. Pour cela, on prend 5 ou 10 centimètres cubes de cette solution suivant la richesse présumée, on les introduit dans un verre jaugé à 75 centimètres cubes, on sature par l'eau ammoniacale, on ajoute environ 20 centimètres cubes d'eau et on fait bouillir. On ajoute alors 5 centimètres cubes de solution d'acétate de soude et on fait immédiatement l'essai par la liqueur d'urane. En n'ajoutant ainsi l'acétate de soude qu'au dernier moment dans la liqueur étendue et bouillante, on évitée en grande partie le dépôt du phosphate de chaux ; cependant la liqueur se trouble toujours un peu, et les titres ainsi trouvés sont un peu au-dessous de ceux que l'on obtient en précipitant par la liqueur citro-magnésienne. Cette méthode expéditive ne doit jamais être employée par les essayeurs, qui doivent à ceux qui les consultent la vérité absolue; mais dans les usines, où on peut souvent se contenter d'une approximation assez large, surtout lorsqu'il s'agit de suivre les diverses phases d'un travail, elle peut rendre des services. Voici, d'ailleurs, quelques chiffres qui donneront une idée des écarts auxquels on s'expose en procédant ainsi :

	I.	II.	III.	IV.
Acide phosphorique soluble directement	20.90	16.60	19.50	9.24
Acide phosphorique soluble par précipitation	22.20	17.60	20.24	9.49
Différence	1.30	1.00	0.74	0.25
Différence pour 100 de l'acide phosphorique contenu.	5.84	5.68	3.56	2.64

On voit qu'on peut compter, en opérant ainsi, sur une erreur moyenne de 3 à 5 pour 100 de l'acide phosphorique soluble contenu. Elle est généralement plus élevée sur les superphosphates riches que sur les pauvres. (*La suite prochainement.*)

A propos de l'article de M. Joulie, nous recevons de M. Bobierre la lettre suivante, que nous faisons suivre d'une courte réponse de notre collaborateur. Dr Q.

Nantes, 20 mai 1872.

Monsieur le docteur Qesneville,

Avec une courtoisie dont je lui suis très-reconnaissant, M. Joulie, auteur d'un fort intéressant travail sur le dosage de l'acide phosphorique, a bien voulu me communiquer les pages de son mémoire qui ont trait à l'appréciation des engrais riches en phosphates. Il m'a engagé à lui soumettre les objections dont je croirais ses critiques susceptibles, et je m'empresse de déférer à ce désir afin de bien définir, dans l'intérêt commercial et agricole, les quelques points sur lesquels nous ne sommes pas d'accord.

Qu'il soit bien établi tout d'abord qu'il ne s'agit pas ici de science pure, mais bien des moyens d'appliquer le plus utilement possible les données théoriques aux besoins de l'agriculture ; s'il en était autrement, il n'y aurait pas divergence entre M. Joulie et moi. Certes, il n'est aucun

chimiste qui ne soit fort heureux de simplifier les méthodes de dosage d'un corps tel que l'acide phosphorique. Il faut le connaître peu pour regarder sa séparation comme toujours simple et M. Elie de Beaumont a dit quelque part avec une haute raison qu'il n'avait pas été précisément créé pour le bonheur des analystes.

Ceci bien établi, il s'agit de déterminer si en dehors des circonstances où l'absolue précision est indispensable, il n'y a pas des cas où des méthodes approximatives, mais constantes dans leurs approximations, ne sont pas une bonne fortune malgré leurs imperfections d'ailleurs reconnues.

Alors que dans un but scientifique, un chimiste analyserait un noir animal en transformant son acide phosphorique en phosphate ammoniaco-magnésien, alors qu'il consacrerait quinze heures environ à son opération, un négociant à qui l'on adresse un échantillon peut l'essayer en deux heures par l'ammoniaque, rendre réponse par le télégraphe, répartir sa marchandise en dix mains différentes et être assuré, — l'expérience de longue date l'établit, — que le même essai donnera partout le même résultat. Je prétends que c'est un avantage et ne vais pas plus loin.

Certes, la précision est indispensable, ainsi que je l'ai naguère développé (1), lorsqu'il s'agit de phosphates minéraux destinés à la production des superphosphates. Elle est très-désirable aussi en ce qui concerne les phosphates fossiles. Ici nous sommes parfaitement d'accord; mais lorsqu'il s'agit des noirs de raffinerie, des poudres d'os, des noirs provenant des fabriques de gélatine, et même des noirs usés des sucreries, je persiste à croire que les erreurs résultant de la précipitation du phosphate tribasique par l'ammoniaque n'ont jamais porté préjudice à l'agriculture; j'irai plus loin, et j'affirmerai que cette méthode a permis par sa simplicité de faire faire des essais utiles par bien des opérateurs qu'une manipulation trop scientifique eût rebutés.

Tout le monde sait que l'essai des bijoux par les touchaux, que l'examen des galènes par le fer métallique, que le titrage des soudes brutes par la méthode de Descroizille, que la détermination du pouvoir calorifique d'un combustible par la litharge ne sont pas exacts dans le sens rigoureux du mot, et cependant leurs erreurs étant comprises dans des limites qu'il est facile de rendre à peu près fixes, on ne peut nier qu'il y ait grand avantage à les utiliser. Il en est de même de l'essai des noirs d'os par la précipitation ammoniacale en vue de faire connaître à un cultivateur que ces engrais sont plus ou moins riches. En une demi-journée et au moyen d'une moufle on peut faire six dosages par cette méthode. C'est un grand point.

J'exécute chaque année de quatre à cinq cents analyses d'engrais. Sur ce nombre, beaucoup ont lieu par la méthode que M. Joulie apprécie avec tant de sévérité. Eh bien! l'expérience m'a démontré que malgré les erreurs qui en résultent pour certains produits particuliers tels que les noirs de sucrerie et les mélanges tourbeux, les contrôles si souvent effectués pour les besoins du commerce conduisent à des chiffres constants. Et c'est pour cela qu'un commerce qui représente annuellement à Nantes 6 à 7 millions, trouve avantage à utiliser pour ses transactions un mode d'essai consacré par de longues années de pratique. Que M. Joulie m'en croie, les intérêts sont bons juges en certaines matières, et si le négociant qui achète un navire de noir venant de Liverpool ne savait pas que l'essai provoqué par lui fournira les mêmes résultats que l'essai fait ultérieurement par son ou ses acheteurs, le procédé d'analyse ne subsisterait pas six mois; or voilà quelque chose comme vingt et quelques années qu'il subit victorieusement l'épreuve de la pratique commerciale. Je dis que c'est là une rigoureuse démonstration.

Il ne faut pas s'y tromper, l'agriculteur et le marchand sont ici soumis à la même loi; le marchand qui achète à un titre trop élevé de 1.5 pour 100, je suppose, vend à ce même titre s'il y a erreur pour l'un, il y a erreur identique pour l'autre. Lorsqu'un noir d'os pesant 100 kilogrammes l'hectolitre contient 65 pour 100 de phosphate et est déclaré en contenir

(1) *Annales de la Société académique de Nantes.* — M. Quesneville, sur ma demande, veut bien reproduire le travail que j'ai inséré dans lesdites *Annales*. B.

66.5, qu'en adviendra-t-il? c'est que cette erreur n'influera pas sensiblement sur les intérêts mutuels des contractants, et je vais l'établir rigoureusement.

Les noirs de raffinerie de Nantes valent en ce moment 17 à 18 francs l'hectolitre pesant 95 kilogrammes et renfermant 35 pour 100 d'humidité. Le cultivateur connaît leurs résultats agricoles, il en a fait une longue expérience et il utilise ces précieux engrais à la dose de 5 à 6 hectolitres à l'hectare. Que lui faut-il demander à l'analyse? Si ce noir n'a pas été fraudé, c'est-à-dire mélangé à des tourbes, à du charbon de tourbe ou à du charbon de goemon épuisé par les lavages, fraudes qui augmentent le volume au détriment de la richesse? Eh bien! si l'analyse décèle dans 100 parties de ce noir sec 65 pour 100 de phosphate de chaux et qu'à la rigueur il n'en existe que 64, quelles seront les conséquences d'une telle erreur, — qui, ne l'oublions pas, se reproduira toujours la même? — Ces conséquences, les voici.

Dans les 95 kilogrammes, poids de l'hectolitre de noir à 35 pour 100 d'eau, il y a réellement $61^k.75$ de noir sec; à 65 pour 100 de richesse, cela représente $40^k.137$ de phosphate tribasique et à 64 pour 100 une quantité de $39^k.520$. — Différence, 617 grammes. Eh bien! j'affirme, — et on m'accordera peut-être que j'ai quelque expérience de la question, — que cela est complétement insignifiant.

Que dire des tourbes mélangées au noir d'os, sinon que le précipité ammoniacal de leurs cendres s'élève seulement à 3 ou 4 pour 100, et que par conséquent, si — chose rare — il s'en trouve 20 pour 100 en poids dans les mélanges de noir animal vendus à l'hectolitre, on introduira ainsi 1 pour 100 environ de matière alumineuse au phosphate précipité par l'ammoniaque!

Encore une fois, et tout en concédant parfaitement que l'exactitude parfaite en matière analytique est chose toujours désirable, il convient de ne pas oublier les exigences de rapidité et de simplicité qui, au point de vue commercial, militent en faveur de certaines méthodes d'essai. Grâce à ces méthodes, des pharmaciens, des employés d'usines se livrent à des opérations utiles, et, je ne saurais trop le répéter, lorsque le commerce, après une longue pratique des choses, a sanctionné ces méthodes parce qu'il a reconnu la constance de leurs résultats, il faut être prudent avant de les condamner d'une manière absolue.

Si M. Joulie avait parlé des fortunes scandaleuses réalisées par les équivoques qui se produisent chaque jour entre des marchands qui vendent au volume, et des consommateurs qui apprécient des analyses faites sur des poids sans bien calculer la portée de ces analyses; s'il eût parlé des énormes préjudices résultant de l'apathie de certains acheteurs et de l'indifférence de certains parquets, il eût été dans le vrai; mais lorsqu'il affirme que ces fortunes résultent des erreurs causées par la précipitation des matières alumineuses dans les essais, j'affirme à mon tour qu'il a été mal renseigné et trop confiant dans certaines assertions légèrement produites.

Plus que personne, et M. Joulie ne saurait en douter, je cherche le vrai dans cette intéressante question des engrais; je parle donc sans parti pris et avec le plus grand désir de rechercher toutes les améliorations compatibles avec la pratique commerciale et agricole. Eh bien! je ne puis admettre que les prix de la marchandise aient grand'chose à voir ici. Le noir de raffinerie ne se vendra ni un centime de plus ni un centime de moins parce que, en présence de l'offre et de la demande qui fixent le cours du marché, une analyse établira que ce qui jusqu'à présent était regardé comme riche à 65 pour 100 de phosphate, ne l'est qu'à 64 pour 100. — J'irai plus loin, et je dirai que si demain les acheteurs de phosphate fossile comprenaient bien que ce qui leur est vendu comme renfermant 40 pour 100 de phosphate n'en contient que 32 pour 100, cela ne changerait pas d'un centime le prix de vente de ce précieux engrais. En thèse générale, l'essai commercial a surtout pour but, et il ne faut pas l'oublier, de garantir au consommateur qui connaît les propriétés d'une matière, *la constance de nature de cette matière*, et au besoin la proportion dans laquelle elle est altérée par un mélange. C'est ce qu'ont parfaitement compris des chimistes fort éminents, professeurs de facultés, etc., qui, descendant des hauteurs de la science, n'ont pas hésité pendant de longues années à employer la précipitation ammoniacale pour l'essai des noirs

d'os, tout en reconnaissant que, si ce moyen n'est pas scientifique, il a l'avantage de pouvoir être contrôlé en quelques heures par des praticiens modestes.

Voila ce que j'ai développé, il y a quelques années, en démontrant tout le premier que l'essai des phosphates fossiles se fait généralement d'une manière inexacte, en affirmant que la seule méthode d'analyse à employer en ce qui les concerne consiste à isoler l'acide phosphorique sous forme de phosphate ammoniaco-magnésien ; mais, ai-je dû ajouter, il n'en est pas de même pour les produits osseux.

Je pourrais entrer dans de longues considérations sur les circonstances dans lesquelles la précipitation ammoniacale est *exacte* ou *approximative* ; il me serait facile d'établir l'utilité de ses résultats par des chiffres comparatifs, mais, encore une fois, ce n'est pas sur le terrain de l'analyse scientifique que je désire porter la discussion ; qu'il me suffise de répéter — et c'est par cela que je terminerai — que les travaux de M. Joulie sont dignes du plus grand intérêt, que ses applications au dosage des phosphates minéraux tendront à améliorer les conditions de l'analyse souvent longue de ces produits, mais que leur auteur, en attribuant aux méthodes anciennes une part imméritée dans le préjudice causé à l'agriculture, a dépassé le but qu'il voulait atteindre. Ceci n'ôte rien au mérite du chimiste, et je ne doute pas que, mieux informé, l'agronome n'arrive un jour à partager ma conviction.

ADOLPHE BOBIERRE.

Dans la lettre qu'on vient de lire, le savant professeur de la ville de Nantes parle de mon modeste travail dans des termes trop élogieux pour que je cherche à prolonger une discussion désormais sans objet, puisqu'au fond nous sommes complétement d'accord. M. Bobierre pense en effet que, dans le passé, la précipitation ammoniacale a rendu au commerce de grands services pour l'estimation des noirs d'os; je ne l'ai jamais nié. Je soutiens, moi, qu'elle ne donne que des résultats inexacts; il le reconnaît. Il croit que malgré ses inexactitudes, qui ont du moins le mérite, ou le défaut, suivant le point de vue auquel on se place, d'être constantes, cette méthode peut être conservée à cause de sa facilité d'exécution. Je propose, au contraire, de la réformer et de la remplacer par celle que j'ai décrite, et que je crois d'un maniement tout aussi facile, parce qu'elle joindrait l'exactitude à la facilité. Il y a peut-être là une exagération de paternité que je laisserai juger par les chimistes, et particulièrement par M. Bobierre lui même, qui n'hésitera certainement pas à proclamer l'utilité de n'avoir qu'une seule méthode pour l'essai de toutes les matières phosphatées, lorsque l'expérience lui aura permis de reconnaître les avantages de rapidité et de précision qu'offre le procédé que j'ai décrit.

J.

DE L'ANALYSE DES PHOSPHATES FOSSILES.

Par M. ADOLPHE BOBIERRE (1).

Depuis que les agriculteurs ont reconnu les avantages qui résultent de l'emploi des phosphates fossiles, l'exploitation et l'usage de ces précieux engrais ont pris un développement considérable. Si, dans certaines circonstances, la sécheresse de la saison, la nature calcaire du sol ou des conditions analogues ont pu faire douter de l'action de tels engrais, dans le plus grand nombre des cas et particulièrement dans les terres de défrichement, leurs excellents effets ont été incontestables et sont aujourd'hui incontestés.

La fraude devait nécessairement apporter dans le commerce des phosphates son triste élément de perturbation, et, en ce moment, on mélange avec les nodules pulvérisés de l'est de la France des tangues de la baie de Pontorson, des argiles, etc., de telle sorte que le titre en phosphate calcaire de la matière vendue ne dépasse pas quelquefois 15 centièmes. On sait d'autre part que les gisements fournissent des produits de richesses différentes et que le soin

(1) Ce mémoire est celui dont parle plus haut M. Bobierre, p. 545.

plus ou moins grand avec lequel s'effectuent les lavages des phosphates recueillis dans l'argile influe notablement sur le titre du produit livré au commerce. A tous égards, il était donc indispensable que l'essai analytique devînt le régulateur du commerce des phosphates fossiles. Ce résultat a été obtenu; aussi le plus souvent les ventes ne se font-elles que conditionnellement à un quantum déterminé de phosphate de chaux.

Mais, il faut bien le dire, ce que, dans les 9 dixièmes des cas, on veut désigner, lorsqu'on emploie dans les marchés les mots: phosphate de chaux, c'est en réalité une substance mixte obtenue en précipitant à l'aide de l'ammoniaque une solution acide des nodules. Calcinée au rouge vif, cette substance renferme de l'acide phosphorique et de la chaux dont le rapport n'est pas celui que l'on constate dans le phosphate tribasique des os, elle renferme aussi de l'oxyde de fer et de l'alumine, d'où il résulte qu'en définitive, sous ce titre de phosphates, on confond des matières dont la valeur agricole est très-variable.

Chargé, chaque année, d'analyser un grand nombre d'échantillons de phosphates fossiles, j'ai pu constater, à bien des reprises, les différences considérables qui existent entre les titres apparents et les titres réels de ces engrais. Souvent, et très-récemment encore, j'ai essayé de faire comprendre aux extracteurs de l'Est que les cours commerciaux de leurs produits étaient déterminés par des analyses complétement fictives et qu'il y aurait importance de baser sur la dose d'acide phosphorique réel le prix de l'engrais offert à la consommation. A cette opinion on me répond invariablement que : « bonne ou mauvaise en théorie, la tradition commerciale suivie jusqu'à ce jour doit être respectée; que ce qu'on me demande n'est pas une analyse scientifique, mais bien un essai commercial effectué par la méthode la plus généralement suivie, » et comme, il faut bien le reconnaître, en des mains exercées, l'application de cette méthode, tout inexacte qu'elle soit, fournit des résultats comparables, je suis, — comme beaucoup de chimistes du reste, — obligé d'employer la précipitation ammoniacale pour l'essai des phosphates fossiles. En pareil cas, toutefois, mon certificat d'analyse porte : phosphate, alumine et oxyde de fer, comme expression du précipité obtenu.

J'ai dit qu'une telle méthode fournissait des résultats comparables, c'est-à-dire que, à l'aide de certaines précautions, on peut n'emprisonner pour l'essai du même engrais et dans son précipité que des quantités à peu près constantes d'oxyde de fer, d'alumine et de chaux en excès; mais lorsqu'un chimiste ne porte pas préalablement au rouge l'engrais à essayer, lorsqu'il emploie de l'acide chlorhydrique au lieu d'acide azotique, lorsqu'il prolonge très-longtemps l'ébullition, on comprend facilement que l'oxyde de fer dont il opère la dissolution puisse varier dans de grandes proportions, et qu'il devienne possible, — comme cela m'est arrivé en février dernier, — d'obtenir successivement avec le même phosphate fossile 46, 48 et 50 pour 100 de précipité mixte.

Si l'agriculteur a intérêt à ce que de tels malentendus cessent, on comprend, d'autre part, que les extracteurs de phosphates hésitent individuellement à prendre l'initiative et à mentionner dans leurs factures le chiffre minimum du dosage rigoureux et vraiment scientifique qui, du reste, a l'inconvénient d'exiger trois fois plus de temps que la méthode expéditive commerciale.

Dans une notice sur l'exploitation des phosphates fossiles, publiée en 1867, un habile pharmacien de Grandpré, qui s'est beaucoup occupé de la question commerciale des nodules, se prononçait de la manière suivante sur la méthode d'appréciation de ces engrais par la richesse en acide phosphorique : « La méthode anglaise ou commerciale la plus généralement employée, disait-il, consiste à dissoudre l'engrais dans un acide et à traiter la dissolution par l'ammoniaque...; l'autre méthode, plus scientifique et plus exacte, consiste à déterminer la quantité de l'acide phosphorique contenu dans les nodules; cette connaissance entraîne, comme l'a dit M. Bobierre, celle de la quantité des phosphates; mais ce procédé est plus minutieux, plus compliqué, exige des connaissances spéciales, et, s'il doit être appliqué dans le cabinet d'un chimiste ou même dans un bureau d'essai, il le serait difficilement par un cultivateur qui veut s'éclairer sur la valeur de ses engrais. Aussi, tout en reconnaissant la justesse théorique des observations émises à son sujet par M. Bobierre, je n'ai pas cru pouvoir l'indiquer dans mes prospectus et mes factures, sans m'exposer à rendre presque impossible la pratique des analyses commerciales. »

Telle est la situation, et il en résulte que le même phosphate fossile essayé par deux méthodes distinctes fournit des résultats analytiques qui varient quelquefois de 5 à 13 pour 100! C'est ainsi que l'engrais auquel j'ai fait allusion plus haut, et qui fournissait jusqu'à 50 pour 100 de précipité ammoniacal, ne contenait en réalité que l'acide phosphorique équivalent à 36.34 pour 100 de phosphate de chaux tribasique. C'est ainsi également qu'un phosphate fossile, dont j'ai effectué l'examen ces jours derniers et qui fournissait 47.50 et 47 pour 100 de précipité mixte par l'ammoniaque, ne contenait que 15.35 pour 100 d'acide phosphorique, soit l'équivalent de 33,25 de phosphate de chaux tribasique. Chose digne de remarque, lorsque, dans le précipité mixte obtenu par l'ammoniaque, on dose séparément la chaux et l'acide phosphorique, on reconnaît *d'une manière constante* que la chaux est en quantité notablement plus forte que celle nécesaire pour représenter trois équivalents de base. Dans la dernière analyse que je viens de citer, on trouvait 22.27 de chaux au lieu de 19.

J'ai également constaté bien des fois que si, dans la dissolution d'un phosphate fossile, on précipite le fer à l'état de phosphate de fer par l'acétate de soude, la liqueur filtrée et additionnée d'ammoniaque ne donne pas du phosphate de chaux tribasique, mais bien un phosphate avec un excès de base.

Il faut donc renoncer aux méthodes expéditives que l'on a cru praticables jusqu'à ce jour et que j'ai souvent expérimentées pour ma part, et s'en tenir au dosage de l'acide phosphorique par l'ancien et excellent procédé qui consiste à engager l'acide phosphorique dans la combinaison ammoniaco-magnésienne. Il est bien entendu que l'on devra prendre les précautions voulues pour empêcher, à l'aide de l'acide citrique, l'influence de l'oxyde de fer dans la réaction.

Je ne saurais entrer, pour le moment, dans le détail des opérations analytiques ayant pour but l'analyse agricole satisfaisante d'un phosphate fossile. Je me propose de traiter cette question avec les développements qu'elle comporte dans la seconde édition que je prépare de *l'Atmosphère, le sol, les engrais;* aussi bien cette tâche m'incombe d'autant plus que j'ai à cœur de rectifier certaines erreurs dont la première partie de mon livre a favorisé la propagation.

J'ajouterai que, si une expérience prolongée m'a mis en garde contre les inexactitudes du titrage des phosphates fossiles à l'aide de l'ammoniaque, une expérience bien plus longue m'a conduit à considérer la précipitation par l'ammoniaque comme satisfaisante, — lorsqu'elle est faite avec soin, — pour l'analyse commerciale des noirs d'os. A bien des reprises, j'ai soumis à une analyse rigoureuse les phosphates précipités par l'ammoniaque dans les solutions acides des produits osseux; j'ai fait plus, j'ai recueilli pendant plusieurs mois les phosphates provenant de nombreux essais effectués dans mon laboratoire, et je suis arrivé, — conformément à ce qu'affirme Henri Rose et à ce que M. Déhérain a reconnu dans ses *Recherches sur l'emploi agricole des phosphates,* — à reconnaître l'uniformité de composition du phosphate calcaire ainsi obtenu.

Au reste, lorsqu'on réfléchit à l'énorme importance des transactions dont le noir animal est l'objet en Bretagne et dans le centre de la France; lorsqu'on sait que pas un marché ne se traite sans que le titre en phosphate tribasique soit bien et dûment stipulé, — titre toujours obtenu et contrôlé plutôt dix fois qu'une par l'emploi de l'ammoniaque, — il faut bien se rendre à l'évidence et reconnaître que, mise en pratique par un opérateur intelligent, cette méthode est satisfaisante.

En résumé, si le titre des phosphates fossiles est, le plus souvent, dans le commerce, considéré comme variant de 40 à 50 pour 100, il faut bien en rabattre de 5 à 10 pour 100, dans le plus grand nombre des cas, et c'est ce que démontre le dosage direct de l'acide phosphorique contenu dans ces engrais. A la vérité, un tel dosage fait avec la conscience et les précautions que commande sa nature, demande deux ou trois jours; mais les intérêts en jeu sont le plus souvent assez graves pour qu'on recherche des résultats précis et non des *à peu près.*

DOCUMENTS ANALYTIQUES.

Analyse d'un phosphate fossile. — L'essai commercial par l'ammoniaque fournit, après ébullition de la matière calcinée dans l'acide azotique pendant cinq minutes :

	Premier essai.	Deuxième essai.
Sable ferrugineux	26.50	25.80
Alumine, oxyde de fer, acide phosphorique, chaux	47.50	47.00

L'analyse du précipité ammoniacal fournit :

Chaux	22.77
Acide phosphorique	15.35
Alumine et oxyde de fer par différence	9.13
	47.25

Or, les 15.35 d'acide phosphorique exigent 17.8 de chaux pour former du phosphate tribasique. Le précipité mixte contenait donc 4.97, soit sensiblement 5 pour 100 de chaux en excès. En réalité, il y avait donc à réduire du précipité mixte :

Alumine et oxyde de fer	9.13
Chaux en excès	4.97
	14.10

C'est-à-dire que le phosphate tribasique constituant la différence n'était que 35.15 pour 100.

Or, les 15.35 d'acide phosphorique dosés à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien correspondent à 33.25 de phosphate de chaux tribasique. Cet acide a été dosé deux fois et les résultats ont été identiques.

Le même phosphate fossile non calciné a été soumis à l'ébullition pendant une heure avec de l'acide chlorhydrique pur, la solution a été évaporée à sec à 100 degrés et reprise par l'eau, puis filtrée ; le sable bien blanc pesait 23.8 pour 100.

L'acétate de soude versé dans le liquidé filtré a donné un précipité qui contenait 6.81 d'acide phosphorique et 7.69 de sesquioxyde de fer. Dans le liquide restant, l'ammoniaque a fourni un précipité de phosphate de chaux pesant 31. Ici encore il y a excès de chaux, car si ce phosphate eût été tribasique, il eût contenu :

Acide phosphorique	14.10
Or, le phosphate de fer contenait	6.81
Total	21.11

correspondant à 45 pour 100 de phosphate de chaux, tandis que le phosphate fossile ne renferme que 33.25 pour 100.

Chose assez remarquable et que j'ai souvent vérifiée, l'excès de poids du phosphate précipité par l'ammoniaque dans la solution des fossiles est à très-peu de chose près le même que celui obtenu lorsque, après la précipitation du phosphate de fer par l'acétate de soude, on pratique à l'aide de l'ammoniaque celle du phosphate calcaire dans le liquide filtré.

En résumé, le phosphate fossile semblait contenir, d'après l'essai commercial, 47.25 de phosphate impur; par l'analyse, il donna :

Phosphate de chaux correspondant à 15.35 d'acide phosphorique	33.25
Sesquioxyde de fer	7.69
Matières volatiles au rouge	3.90
Sable siliceux	23.80
Alumine Carbonate de chaux Fluorure de calcium	31.26
	99.90

Autre échantilllon. — Le précipité ammoniacal chauffé au rouge pèse 46.50, 48.00, 50.00, en moyenne 48.00, selon qu'on fait bouillir plus ou moins longtemps avec l'acide nitrique.

Le sable ferrugineux = 29.37 pour 100.

Dans la solution de 1 gramme de ce phosphate fossile, on précipite l'acide phosphorique à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien. On obtient 16.70 représentant 36.20 de phosphate des os.

Dans le précipité ammoniacal qui pesait 48, on dose l'acide phosphorique, on trouve 16.74, soit 36.26 de phosphate des os.

La chaux dosée correspondait à 39.7 de phosphate tribasique; il y a donc, ici encore, un excès de cette base.

RÉSUMÉ.

Essai par l'ammoniaque	48.00
Analyse rigoureuse	36.23

Autre échantillon. — Essai commercial :

Matières volatiles au rouge	5.50
Sable ferrugineux	29.00
Précipité mixte fourni par l'ammoniaque	50.00
Complément	15.50
	100.00

L'analyse a fourni :

Sable siliceux blanc	26.20

Acide phosphorique 20.78, correspondant à :

Phosphate tribasique de chaux	45.00
Complément	28.80
	109.00

Différence pour le phosphate entre les deux essais : 5 pour 100.

Autre échantillon. — Essai par l'ammoniaque :

Précipité mixte	49.7
Sable	30.0
Matières volatiles au rouge	5.0
Complément	15.3
	100.00

Dans les 49.7 de prétendu phosphate de chaux, on dose :

Chaux	24.50
Acide phosphorique	19.51

L'acide représente 42.4 pour 100 de phosphate de chaux tribasique, et non 49.7 que fournissait l'ammoniaque.

Le chiffre de la chaux est supérieur de 2.5 pour 100 à ce qui était nécessaire pour saturer l'acide phosphorique.

Autre échantillon. — Un phosphate fossile a fourni :

Précipité mixte obtenu par la précipitation ammoniacale	48.50

L'analyse rigoureuse a donné :

Acide phosphorique	19.21

Soit en phosphate tribasique de chaux : 41.7 pour 100.

Autre échantillon :

Précipité mixte par l'ammoniaque	44.20
Acide phosphorique isolé	18.5

Soit 40 pour 100 de phosphate de chaux tribasique.

Il n'est pas inutile de mentionner, à l'appui de ces résultats, que les analyses de phosphates fossiles faites à l'École des mines et communiquées par M. Rivot à la commission d'enquête des engrais, mentionnaient de 16.30 à 24 pour 100 d'acide phosphorique.

La somme de l'alumine et de l'oxyde de fer variait de 8 à 26 pour 100.

Application de la méthode expéditive par l'ammoniaque à l'analyse des noirs d'os. — On prend

un noir résultant de la carbonisation d'os dégélatinisés, on le calcine, on dissout dans l'acide azotique, on sépare le sable par la filtration, on précipite par l'ammoniaque bien exempt de carbonate d'ammoniaque; le précipité lavé et chauffé au rouge blanc = 80 pour 100. On redissout 40 centigrammes de ce précipité, on précipite l'acide phosphorique à l'aide du nitrate de bismuth, on obtient :

Acide phosphorique	0gr.1834
Soit, phosphate de chaux	0gr.3973

Ou, pour 100 parties de l'engrais, 79.46 pour 100.

Or, on avait trouvé 80 pour 100.

Un second essai, opéré par le nitrate de bismuth sur la solutin de 0gr.500 du noir lui-même, a fourni :

Acide phosphorique	18.41
Soit, en phosphate tribasique de chaux	39.88
Ou pour 100 de l'engrais	79.76

chiffre peu différent de 80 pour 100 obtenu de l'ammoniaque.

Autre échantillon. — Un noir revivifié d'une raffinerie de Nantes a fourni par l'ammoniaque 78 pour 100 de précipité considéré comme phosphate tribasique.

La moitié de ce précipité est redissoute dans l'acide azotique et précipitée par le nitrate de bismuth ; elle fournit 17.71 d'acide phosphorique, soit 38.38 de phosphate tribasique, ce qui, pour 100 de l'engrais, donne 76.76 ou sensiblement 77, au lieu de 78.

Autre échantillon. — Un noir de lavage du Nord, dont l'impureté est en général très-grande, fournit par l'essai commercial ordinaire : phosphate de chaux supposé tribasique résultant de trois dosages, 41 pour 100.

Le précipité ammoniacal renfermait, d'après une analyse très-précise :

Chaux	21.41
Acide phosphorique	17.78
	39.19

Les 17.78 d'acide phosphorique représentent 38.50 de phosphate tribasique, tandis que les 21.41 de chaux en représenteraient 40.50. Ici encore la base est en excès.

Un second dosage de l'acide phosphorique effectué sur le noir lui-même a fourni 17.97, soit 38.90 de phosphate tribasique. Par conséquent, l'essai ammoniacal du noir de lavage avait fourni 41 pour 100 de phosphate de chaux tribasique.

L'analyse a donné 38.90. L'erreur en trop était donc de 2.1 pour 100 en raison de l'excès de base du sulfate de chaux, puis de l'alumine et de l'oxyde de fer. Ce qu'il ne faut pas oublier, c'est que cette erreur s'est reproduite dans trois dosages sans varier sensiblement.

Vérification des résidus de nombreuses anaylses. — J'ai, pendant trois mois environ, conservé les précipités obtenus par l'ammoniaque à la suite de nombreux dosages effectués sur des mélanges de noir d'os avec de la tourbe animalisée. C'est assez dire que les précipités devaient renfermer, en outre d'un peu de base en excès, une proportion sensible d'alumine et d'oxyde de fer. J'ai trouvé, sur 100 parties de matière analysée :

Pyrophosphate de magnésie	0.66	Acide phosphorique	42.17
— —	0.69	— —	44.00
		Moyenne	43.80

Soit 94.88 ou sensiblement 95 de phosphate de chaux des os.

La chaux dosée à l'état de sulfate a fourni 1gr.240 à 1gr.252, en moyenne 1gr.246, soit 51.31 de chaux représentant 95.3 de phosphate des os. Je dois mentionner ici que la cendre des filtres s'ajoutait aux impuretés de ce phosphate. Toutefois, comme la moyenne de la richesse des engrais analysés avait été de 50 pour 100 environ, l'erreur était donc de 2.5 pour 100 environ pour chaque échantillon.

Ayant entendu souvent parler de l'influence que pouvait avoir la température sur la basicité du phosphate précipité par l'ammoniaque ; sachant, d'autre part, que Berzélius avait

constaté la formation successive des composés $8CaO, 3PhO^5$ et $3CaO, PhO^5$ qui se mélangeaient l'un avec l'autre, j'ai fait les dosages qui suivent :

DÉSIGNATION DE LA SUBSTANCE.	MATIÈRES VOLATILES AU ROUGE.	RÉSIDU INSOLUBLE.	PHOSPHATE PRÉCIPITÉ.	OBSERVATIONS.
Noir du Nord...........	14.2	6.7	63.8	Précipitation à froid.
Idem	14.3	6.5	63.1	Précipitation à 40 degrés de chaleur.
Autre noir du Nord	14.0	6.5	61.1	Précipitation à froid.
Idem	13.9	6.8	61.6	Précipitation à 35 degrés de chaleur.
Même noir.............	14.7	6.6	61.2	Précipitation à froid et dans un grand volume d'eau.
Idem	14.5	6.5	61.5	Précipitation à chaud et dans le même volume.

Les différences observées sont donc insignifiantes au point de vue commercial.

CONCLUSIONS GÉNÉRALES.

1° Le seul mode d'analyse convenable pour les *phosphates fossiles* est celui qui comporte la séparation de l'acide phosphorique.

2° La méthode d'essai commercial adoptée généralement pour les *produits osseux* peut être conservée.

3° Les erreurs de cette méthode sont très-faibles pour le noir animal pur ; elles ne deviennent un peu marquées que pour les noirs très-usés, les noirs de lavage, etc. Or, l'avantage de la rapidité d'examen l'emporte, en pareil cas, sur les inconvénients scientifiques du mode analytique. Ces inconvénients disparaissent d'ailleurs si l'acheteur et le vendeur conviennent que leurs prix seront fixés d'après les chiffres obtenus en faisant l'essai par l'ammoniaque.

4° L'emploi d'ammoniaque impure, les lavages a trop grande eau, le contact prolongé de l'air, doivent être évités avec soin lorsqu'on précipite le phosphate tribasique par l'ammoniaque. A ces conditions, les faibles erreurs du procédé seront toujours comprises dans les mêmes limites.

L'EUCALYPTUS GLOBULUS

AU POINT DE VUE

INDUSTRIEL, HYGIÉNIQUE, ÉCONOMIQUE, MÉDICAL ET PHARMACEUTIQUE.

Par M. Fernand Papillon.

Le nom de l'*Eucalyptus* commence à devenir populaire. Grâce aux travaux et aux efforts d'un certain nombre de botanistes et de médecins, les propriétés remarquables de ce singulier végétal sont appréciées à leur valeur et on se préoccupe d'en tirer parti non-seulement pour la thérapeutique, mais encore pour l'assainissement des pays marécageux, le reboisement du midi de l'Europe et toute sortes d'emplois industriels. Nous croyons utile de résumer d'une façon précise et complète les derniers travaux publiés au sujet de l'Eucalyptus, et de mettre ainsi le lecteur en état de se former une opinion touchant les espérances qu'il est permis de concevoir relativement à l'avenir de cet arbre gigantesque, une des merveilles du règne végétal.

Découverte de l'Eucalyptus. — Ses caractères organographiques et physiologiques. — C'est le 6 mai 1792 que l'Eucalyptus fut observé pour la première fois sur la terre de Van-Diémen par Labillardière, allant, avec Entrecasteaux, à la recherche de La Pérouse. L'Australie et la terre de Van-Diémen en sont couvertes. Il y forme d'immenses forêts toujours vertes et sa hauteur est de 60 à 70 mètres ; il atteint quelquefois 100 mètres. Le gommier bleu de Tasmanie (*Tasmanian blue gum.*), car on lui donne aussi ce nom, est de la famille des myrtacées. C'est un arbre à rameaux tétragones au sommet, ses feuilles les plus jeunes sont subcordiformes, opposées ; les autres alternes, diversement pétiolées, coriaces, unicolores, comme vernies, aiguës et souvent un peu contournées en faux depuis la base, ou étroitement lancéolées. Les fleurs sont axillaires, géminées ou ternées, sessiles ou munies d'un pédoncule court, large, comprimé. Les boutons floraux sont pruineux, verruqueux, ridés ou presque lissées, à double opercule. Le tube du calice est souvent hémisphérique ou pyramidal, turbiné, anguleux ou pourvu de côtes rares égalant presque la longueur de l'opercule intérieur, lequel est très-déprimé. Les filets des étamines sont allongés, les anthères subovales. Les fruits grands sont souvent hémisphériques ou déprimés et même turbinés. Ce sont des capsules de 3, 4 et 5 loges, d'un diamètre maximum de 3 centimètres. Les feuilles peuvent atteindre une longueur maximum de 35 centimètres et une largeur de 10 centimètres. Tel est le résumé de la description organographique donnée par M. Muller, directeur du Jardin botanique de Melbourne. L'arbre qui présente ces caractères croît sur les collines pierreuses, exposées à toutes les fureurs des tempêtes. D'ailleurs, tous les terrains lui conviennent, depuis ceux des fraîches vallées jusqu'aux cimes les plus arides.

Dans les contrées du midi de l'Europe, où il a été acclimaté, il présente, lorsqu'il est jeune, l'aspect d'une masse pyriforme. Mais sa physionomie ne tarde pas à varier beaucoup, suivant la manière dont on le gouverne et les conditions dans lesquelles il se développe. Tantôt il s'étend en largeur dès la base par des rameaux robustes qui s'élèvent obliquement vers le ciel ; d'autres fois, son tronc dépourvu de branches s'élance droit dans l'espace et se termine par un bouquet de feuilles. Lorsque l'arbre est grand, le feuillage ne prend point d'épaisseur et les rayons du soleil peuvent toujours le traverser et arriver jusqu'au sol.

Partout où il pousse, l'Eucalyptus est en état continu de sève. Dans le midi de la France, il fleurit à toute saison et reste vert constamment, aussi bien qu'en Australie. Il possède une odeur balsamique plus agréable que celle de la térébenthine et qui provient d'une huile essentielle volatile contenue en grande abondance dans ses feuilles. Le soir, lorsqu'une brise légère agite le feuillage, l'Eucalyptus répand au loin des effluves parfumées et salutaires. Enfin, il a une grande puissance d'absorption par ses feuilles et ses racines, et il faut bien qu'il en soit ainsi chez un végétal qui pousse avec une rapidité si prodigieuse. M. Trottier a fait là-dessus des expériences instructives. Il a vu qu'une branche d'Eucalyptus, placée dans un vase plein d'eau, absorbe ce liquide avec une rapidité extraordinaire. Il mit, par exemple, à 6 heures du matin, une branche d'Eucalyptus dans un vase plein d'eau ; la branche pesait avant l'expérience 800 grammes. A 6 heures du soir, l'eau du vase avait perdu $2^k.600$, et la branche pesait 825 grammes. La température de la journée avait été de près de 40 degrés. Un second vase de même contenance, de même force, soumis à l'évaporation seule, ne perdit que 208 grammes d'eau. Le pouvoir absorbant de l'Eucalyptus est donc très-considérable. D'autre part, M. Carlotti, d'Ajaccio, ayant mis 25 kilos de feuilles d'Eucalyptus en macération dans 22 litres d'eau, vit que, vingt-quatre heures après, le liquide avait augmenté de 1 litre 1/2. Les feuilles avaient perdu en partie leur eau d'hydratation.

Donnons maintenant quelques détails sur la croissance de l'Eucalyptus. Lorsqu'on le sème au printemps, il pousse si vite qu'il donne dans l'été même une pousse de plusieurs mètres. A Cannes, les semis d'un an, plantés au mois de mai sur un terrain propice, atteignent 6 mètres de haut en décembre suivant. La végétation de la troisième année est aussi rapide que celle de la deuxième. Ensuite, elle se ralentit en hauteur, mais le tronc grossit. Les Eucalyptus de huit à dix ans ont une hauteur moyenne de 18 à 20 mètres, et une circonférence de $1^m.10$ à $1^m.15$ à 50 centimètres au-dessus du sol. Du moins, tels sont les résultats observés dans les Alpes-Maritimes. A Hyères, un Eucalyptus, planté en 1857, a aujourd'hui une hauteur de plus de 25 mètres.

En Algérie, d'après les observations faites par M. Ferdinand Barrot dans sa propriété, voici comment croît l'Eucalyptus.

Quelques milliers d'Eucalyptus, semés en 1865 et mesurés le 10 novembre 1871, ont donné les dimensions suivantes :

	Hauteur.	Circonférence à 1 mètre du sol.
Un arbre isolé	$18^m.20$	$1^m.02$
—	$16^m.40$	$1^m.15$
—	$16^m.40$	$1^m.14$
Une allée (hauteur moyenne)	$15^m.22$	$0^m.80$

Nous ne devons pas terminer ce paragraphe sans dire un mot de l'homme actif et entreprenant qui a importé l'Eucalyptus dans l'ancien continent. C'est M. P. Ramel, qu'un long séjour en Australie avait mis à même d'apprécier toute l'importance de l'Eucalyptus et de mesurer l'étendue du bienfait d'en doter l'Europe. Depuis 1856, M. Ramel a fait les efforts les plus persévérants et les plus méritoires pour répandre et acclimater, surtout en France, le gommier bleu de Tasmanie. Il faut renoncer à cultiver l'Eucalyptus sous le climat de Paris, comme dans tous les climats dont l'hiver est aussi rigoureux. Les essais tentés à Paris même ne laissent malheureusement pas le moindre doute à cet égard. Mais dans le midi de la France, en Algérie, en Corse, en Espagne, en Italie, etc. ; bref, dans les climats intermédiaires entre les climats chauds et les climats tempérés, cette culture précieuse peut prospérer et prospère déjà. Il est de la plus haute importance de continuer les plantations partout où elles ont chance de réussir, car aucune essence ne peut rendre tant de services et d'aussi bons que l'Eucalyptus. C'est, du moins, ce que nous allons démontrer.

Reboisement des forêts. — Boisement des terres vierges. — Les forêts d'*Eucalyptus* donneraient, en quinze ou vingt ans, ce que l'on obtient en cent ou cent cinquante ans dans les forêts ordinaires. Voici, à ce sujet, quelques chiffres et calculs que nous empruntons à M. le docteur Gimbert.

La valeur totale des futaies en France est de 4,137,995,288 francs. L'État coupe les futaies lorsqu'elles ont cent, cent cinquante ou deux cents ans d'âge ; les communes les exploitent d'un siècle à l'autre ; les particuliers, au contraire, les livrent aux marchés après une période de soixante-dix ans, en moyenne. Admettons qu'en moyenne toutes les futaies soient coupées à cent ans. L'Eucalyptus, pendant la même période, pourrait être coupé cinq fois, c'est-à-dire tous les vingt ans. La valeur du produit des futaies serait donc quintuplée. M. Trottier, dans un *Rapport* lu en mars 1868 à la Société d'agriculture d'Alger, écrit ce qui suit concernant les plantations d'Eucalyptus : « Un hectare planté en Eucalyptus, si l'on réduit l'écartement des lignes à 6 mètres, et celui des arbres, dans cette ligne, à 3, contiendra 500 arbres. Si l'on a bien opéré, tous auront un diamètre de 20 centimètres à 2 mètres au-dessus du sol au bout de trois ans. Les bois de cette dimension sont propres à de nombreux emplois dans le charronnage et seront vendus au-dessus de 5 francs l'un. Or, la première éclaircie produirait 2,500 francs. A huit ans, le reste de la plantation aura les dimensions propres aux travaux de chemins de fer, et chaque arbre pourra atteindre le prix de 20 francs. Un hectare d'Eucalyptus aurait donc donné en huit ans un produit brut de 6,200 francs. »

M. Régulus Carlotti, d'Ajaccio, affirme que si l'État peuplait une grande partie de la Corse, à la fin de la huitième année, la plantation donnerait un bénéfice net de 1,295,000 francs.

L'Eucalyptus comme moyen d'assainissement. — Les propriétés absorbantes dont jouit l'*Eucalyptus*, les émanations aromatiques qu'il répand autour de lui, font prévoir qu'il ne peut que jouer un rôle salutaire dans les pays marécageux. En absorbant l'humidité du sol, en émettant des vapeurs antiseptiques, il réalise un assainissement véritable au sujet duquel l'expérience a prononcé déjà d'une façon décisive. Il est bien intéressant de remarquer tout d'abord que, dans les pays où cet arbre croît librement, le climat est très-salubre. Les voyageurs attribuent la salubrité de l'Australie, par exemple, à la diffusion de l'Eucalyptus sur le sol de cette île immense. En Afrique, d'après un rapport fait en 1869, par M. Fremy, à la Société d'agriculture d'Alger, l'Eucalyptus exerce une influence très-favorable sur la salubrité des contrées où on le multiplie. Les fièvres intermittentes semblent fuir devant lui, car

partout il entrave le développement des circonstances favorables à la production du miasme paludéen.

L'Eucalyptus peut donc être considéré comme un moyen efficace d'assainir les pays malsains et de transformer les sols marécageux en plantations utiles, aussi bien au point de vue hygiénique qu'au point de vue économique.

Planté le long de la berge des ruisseaux, du bord des rivières, des lacs et des canaux, comme les peupliers plantés sur le parcours du canal de Languedoc, il donnerait de la solidité aux terrassements et formerait un obstacle aux débordements. Grâce à son développement rapide, à son besoin énergique de lumière et à sa prodigieuse puissance d'absorption, il rendrait impossible la végétation aquatique qui entretient les marécages et devient la source des effluves miasmatiques. Planté en fourré autour des lieux malsains, il empêcherait l'action du soleil sur la terre, emprisonnerait en quelque sorte les miasmes qui, non-seulement ne pourraient pas être emportés au loin, mais encore seraient très-heureusement modifiés par les émanations aromatiques des feuilles. Grâce à la persistance de ces dernières, le sol ne se couvrirait plus en quelques jours de ces détritus organiques dont la putréfaction attire tous les parasites végétaux et animaux, et qui deviennent le siége d'une sourde transformation où prennent naissance toutes les matières virulentes de l'atmosphère. Sur les collines, il procurerait de la fixité au sol, et les eaux descendant des montagnes, moins abondantes, moins impétueuses, couleraient dans leurs canaux naturels d'une façon plus régulière, sans déborder partout.

Ainsi, l'Eucalyptus peut être employé à l'assainissement des contrées miasmatiques comme les plaines de la Crau, les Landes, les environs des étangs de Thau, d'Aigues-Mortes, les deltas du Var, etc., en France ; la plupart des plaines de l'Afrique, le littoral de la Corse, les environs de Pæstum, de Barri, de Rome, etc., en Italie, seraient transformés d'une manière bienfaisante par des plantations d'Eucalyptus ; mais il faudrait, au préalable, les défricher. Or, l'arbre australien permettrait d'opérer le défrichement avec une sécurité parfaite. En effet, comme le remarque très-bien M. Gimbert, le véritable obstacle aux défrichements est la difficulté que l'on a de soustraire les travailleurs aux impressions de la nuit. Tous les soirs, alors que le soleil est encore au-dessus de l'horizon, ils sont obligés de quitter le lieu de leurs travaux et de se réfugier sur les collines voisines, ou de s'enfermer hermétiquement dans des masures dont ils ne sortent que fort tard, le matin, afin d'échapper à de funestes influences. Ce déplacement est une fatigue pour l'ouvrier, une perte pour le propriétaire et une cause de lenteur pour les travaux. Que les propriétaires préparent à l'avance, sur les terrains qu'ils veulent défricher, des oasis compactes d'Eucalyptus. Ces espèces de pépinières seront une barrière infranchissable à l'invasion des miasmes paludéens. Les ouvriers et cultivateurs pourront y reposer la nuit sans crainte et sans danger.

La révolution que l'*Eucalyptus globulus*, dit le docteur Gimbert, fera dans les zônes méridionales malsaines de l'Europe et des pays chauds, sera suivie nécessairement d'une résurrection de certaines races. A la place de ces populations malheureuses, disséminées dans les lieux malsains, on verra se former des agglomérations plus grandes. Après deux ou trois générations, on ne rencontrera plus ces hommes, ces enfants, au teint terreux ou blafard, à l'œil morne ; leurs instincts vulgaires, leur incapacité intellectuelle, conséquence d'une perpétuelle insuffisance d'aliments, d'air respirable et de société, subiront des modifications avantageuses. Leur constitution physique, ces gros ventres, ces jambes grêles, ces membres infiltrés, se transformeront également et on verra peu à peu revenir ainsi à la vie et à la civilisation des races à demi éteintes.

EMPLOIS INDUSTRIELS DU BOIS D'EUCALYPTUS.

Le bois d'Eucalyptus, et cela est très-remarquable chez un végétal qui se développe avec une rapidité aussi étonnante, ce bois est d'une grande dureté. Sous ce rapport, on ne peut le comparer qu'au bois de tawn et de teck. Quand on l'expose longtemps à l'air, sa consistance augmente encore ; les résines qu'il contient se coagulent et lui communiquent, indépendamment d'une cohésion plus grande, la propriété d'être imputrescible et de résister aux attaques des insectes aussi bien qu'à celle de l'eau. Lorsqu'il est jeune, il est très-élastique et la

force d'un homme ne suffit pas pour rompre une branche de 1 mètre de long et 7 à 8 centimètres de diamètre; il plie, mais ne se brise pas. En Australie, on emploie l'Eucalyptus pour la construction des navires, entre autres des steamers et des baleiniers. Les dimensions énormes des planches que l'on peut obtenir avec cet arbre, — M. Ramel en a vu de 60 mètres de longueur, — devaient naturellement le désigner à l'attention des ingénieurs. Les travaux maritimes, digues, jetées, quais, etc., qui ont été éxécutés dans le Yarra-Yarra et à Holson-Bay, le port maritime de Melbourne, ont été faits avec le même bois. Bref, dans les pays dont il est originaire, on en tire un parti considérable et on le préfère à toute autre essence (1).

En Europe, l'Eucalyptus pourrait donc être employée avec toute sorte d'avantage. La France surtout, qui, pour ses constructions navales, est obligé d'avoir recours aux bois de Suède et de Russie, tirerait de l'Eucalyptus toutes les pièces de mâture et des planches pour la coque et la charpente entière des navires. L'architecture, la menuiserie, la carrosserie, le charronnage, etc., y trouveraient aussi le plus grand bénéfice. Pour montrer quelle économie on réaliserait ainsi, nous citerons encore quelques chiffres. D'après M. Gurnaud, la valeur des bois sur les marchés de Paris se répartit de la sorte :

Les baliveaux de chêne sur pied valent, la tonne :

Ceux de quinze ans	11 fr.
— trente ans	16 fr.
— quarante-cinq ans	20 fr.
— soixante ans	32 fr.
— soixante-quinze ans	48 fr.
— quatre-vingt-dix ans	64 fr.

A la place du chêne supposons de l'Eucalyptus; ce bois donnant, pendant la même durée, une poussée cinq fois plus grande, et par suite cinq fois plus de bois, il en résulte qu'une tonne d'arbres de quinze ans coûtera cinq fois moins au propriétaire et quintuplera, toutes choses égales, d'ailleurs, son revenu, et alors, d'après M. Gimbert, les prix pourront être établis comme il suit :

Les baliveaux d'Eucalyptus sur pied vaudront, la tonne :

Ceux de quinze ans	2 fr. 50
— trente ans	3 fr. 20
— quarante-cinq ans	4 fr.
— soixante ans	6 fr. 40
— soixante-quinze ans	9 fr. 60
— quatre-vingt-dix ans	12 fr. 80

L'emploi des bois de service ou de haute futaie s'est accru depuis trente ans dans une proportion considérable, par suite du développement inouï des constructions et surtout des chemins de fer. Or, M. Gurnaud a calculé que, dans vingt ans, l'entretien de toute l'exploitation ferrée en France exigera la production annuelle de 2 millions d'hectares de forêts ordinaires, alors que la France entière en possède à peine 8 à 9 millions. Avec 500,000 hectares plantés en Eucalyptus, on obtiendrait une production équivalente à celle des 2 millions d'hectares de forêts ordinaires. Aussi M. Gimbert engage vivement les compagnies à entreprendre la culture de l'arbre australien dans les départements du midi de la France et en Algérie, où le sol n'est pas cher. Les traverses actuelles, qui coûtent aujourd'hui 8 francs, ne reviendraient, fabriquées en Eucalyptus, qu'à 1 ou 2 francs. L'expérience acquise dans les lignes de l'Inde prouve d'ailleurs que de pareilles traverses sont complétement inaltérables.

L'exploitation des lignes télégraphiques fournit encore un exemple des avantages que procurerait l'Eucalyptus. Le 31 mai 1869, l'administration fit l'acquisition de 38,900 poteaux

(1) L'exportation du bois d'Eucalyptus, il y a quelques années, s'est élevée, à Van-Diémen, à plus de 800,000 livres sterling (14 millions de francs. Les proportions de l'*Eucalyptus globulus* sont si gigantesques qu'un de ces arbres, à Hobart-Town, qui avait 97 mètres de haut et dont les premières branches se montraient à 63 mètres, a été vendu, étant débité, 6,140 francs. L'Exposition de Londres en a vu deux tronçons énormes, et des planches de plus de 23 mètres de long sur 3m.50 de large et 0m.08 d'épaisseur, envoyées par le capitaine Goldschmidt, sont arrivées intactes en Angleterre. (*Eucalyptus globulus*, par E. André, jardinier principal de la ville de Paris, 1863.)

pour les différentes lignes qui sillonnent la France. Ces poteaux furent payés, tout injectés : ceux de 6m.50 de longueur, 5 fr. 50 ; ceux de 8 mètres, 9 fr., et ceux de 10 mètres, 14 fr. Or, d'après les données générales de la sylviculture, un sapin propre à fournir un poteau de 6m.50 a trente ans d'âge ; celui qui fournit un poteau de 8 mètres a quarante ans, et de cinquante-cinq à soixante ans seulement, il en peut donner un de 10 mètres. Le sol a donc besoin d'une moyenne de quarante-cinq années pour produire les trois dimensions demandées, tandis que les poteaux d'Eucalyptus pourraient être obtenus dans des conditions bien plus rapides, et, par suite, bien plus économiques.

Enfin, même comme bois de chauffage, l'arbre de Tasmanie rendrait des services.

M. Trottier, qui est pour l'Algérie ce que M. Malingre a été pour l'Espagne, un propagateur ardent et éclairé de l'arbre de M. Ramel, M. Trottier donne pour épigraphe à un mémoire sur l'Eucalyptus les mots que voici : *Le bois de l'Eucalyptus sera le plus grand produit de l'Algérie.* Il faut que cette prophétie se réalise et rien n'est plus facile si les colons algériens ont souci de la prospérité du pays qu'ils habitent.

Préparations chimiques et pharmaceutiques d'Eucalyptus. — Essence d'Eucalyptus. — L'étude chimique de l'Eucalyptus a été faite par M. Cloëz, en 1870. M. Gimbert a examiné, au point de vue physiologique, l'essence d'Eucalyptus, et a tiré de cet examen des conclusions relatives à l'emploi thérapeutique de la plante.

M. Cloëz a recherché d'abord quelle proportion d'essence on peut extraire des feuilles. 10 kilogr. de feuilles fraîches, enlevées à des tiges atteintes par le froid, à Paris, à la fin de l'année 1867, ont fourni, par la distillation avec de l'eau, 275 grammes d'essence, soit 2.75 pour 100. 8 kilogr. de feuilles sèches, récoltées depuis un mois à Hyères, ont produit 489 grammes d'essence, ou un peu plus de 6 pour 100. En employant des feuilles complétement sèches, rapportées d'Australie et conservées depuis cinq ans, on obtient un peu plus de 1.5 pour 100 d'essence.

L'essence ainsi obtenue est un liquide très-fluide, à peine coloré, doué d'une odeur aromatique fragrante qui rappelle celle du camphre. Ce liquide, chauffé dans un appareil distillatoire, commence à bouillir vers 170 degrés. Le thermomètre monte rapidement à 175 degrés, où il reste stationnaire jusqu'à ce que la moitié environ du produit ait passé à la distillation ; une autre portion de l'essence passe entre 188 et 190 degrés. C'est un mélange de plusieurs produits. Enfin, en continuant à chauffer, on obtient une petite quantité de liquide volatil à une température supérieure à 200 degrés.

Le liquide distillé en premier lieu entre 170 et 178 degrés n'est pas un produit pur. En le rectifiant par distillation avec de la potasse et du chlorure de calcium, on obtient un liquide très-fluide, incolore, bouillant régulièrement à 175 degrés, et que M. Cloëz nomme *Eucalyptol.* C'est un principe immédiat bien défini. Il est plus léger que l'eau, d'une densité de 0.905, et dévie à droite le plan de polarisation de la lumière. Il est peu soluble dans l'eau, mais soluble en toute proportion dans l'alcool, et cette dernière solution, très-diluée, a l'odeur de la rose. Sa composition est, d'après M. Cloëz, représentée par la formule $C^{24}H^{20}O^{2}$ ($C = 6$, $O = 8$), correspondant à la densité de vapeur théorique 6.22. L'expérience donne 5.92. L'acide azotique attaque lentement l'eucalyptol et on trouve parmi les produits de la réaction un acide cristallisable non azoté, probablement analogue à l'acide camphorique.

En mettant en contact dans une cornue tubulée munie d'un récipient des poids égaux d'eucalyptol et d'acide phosphorique anhydre, il n'y a pas d'action immédiate ; mais, au bout de cinq minutes, le mélange s'échauffe, une portion du liquide distille, l'acide phosphorique se colore en brun et se change en une masse poisseuse, en même temps que la portion non distillée vient surnager. En réunissant les liquides et les chauffant en présence d'un excès d'acide phosphorique contenu dans la cornue, on obtient un composé fluide, incolore, bouillant régulièrement à 165 degrés. C'est un hydrogène carboné d'une densité de 0.836, et présentant la composition exprimée par la formule $C^{2}H^{18}$. M. Cloëz le nomme *eucalyptène.* Indépendamment de ce corps, l'action de l'anhydride phosphorique donne un autre carbure isomère auquel M. Cloëz donne le nom d'*eucalyptolène.*

En faisant arriver dans l'eucalyptol refroidi à 0 degré de l'acide chlorhydrique gazeux et

sec, le gaz est absorbé en grande quantité et il se forme une masse cristalline entourée d'une portion de liquide devenue bleu violacé. Mais cette apparence change bientôt. Le mélange laisse dégager d'abondantes vapeurs acides, les cristaux se fluidifient, le liquide bleu devient brun ; puis, peu à peu, il se décolore et il s'en sépare de petites gouttelettes d'eau saturées d'acide chlorhydrique. Le résultat final de la réaction est encore un hydrocarbure bouillant vers 168 degrés et paraissant identique avec l'eucalyptène. En somme, l'eucalyptol se rapproche du camphre dont il est un homologue.

Outre cette essence, à laquelle, comme nous le verrons, l'Eucalyptus doit une bonne partie de ses propriétés médicinales, il contient un principe solide, résinoïde, amer, encore peu connu, auquel ses feuilles doivent leurs vertus fébrifuges. L'étude de ce principe, alcaloïde ou glucoside, réclame de nouvelles recherches.

On prépare avec l'Eucalyptus :

1° L'*essence* dont nous venons de parler et qui s'administre, comme nous le verrons, à la dose de quelques gouttes ou de quelques grammes et sous-forme de *globules ;*

2° Les *feuilles en poudre,* qui contiennent tous les principes actifs de la plante (essence, tannin, principe amer), et qui peuvent être prescrites aux doses de 4, 8, 12 et même 16 grammes par jour ;

3° L'*infusion et la décoction* de feuilles. Avec une demi-feuille, 1 gramme environ, on peut aromatiser trois ou quatre tasses d'infusion servant à remplacer le thé dans les usages hygiéniques ou comme boisson stimulante. Pour les applications topiques, 8 grammes en décoction dans un litre donnent une liqueur très-chargée de principes ;

3° L'*eau distillée de feuilles,* qui constitue un véhicule très-avantageux pour les potions stimulantes ;

5° L'*extrait aqueux,* l'*extrait alcoolique,* employés comme fébrifuges et comme succédanés du diascordium :

6° La *teinture* ou *alcoolat ;*

7° Une *liqueur* qui se rapproche de la liqueur de Mastic et un *vin* tonique et fébrifuge.

8° Des *cigares* et des *cigarettes.*

Ces produits sont fabriqués aujourd'hui, sur les indications de M. Ramel, par MM. Mathey et Elin.

PROPRIÉTÉS PHYSIOLOGIQUES DE L'ESSENCE D'EUCALYPTUS. — D'après M. Gimbert, l'essence d'Eucalyptus, appliquée en petite quantité sur les membranes muqueuses, provoque une congestion légère et de peu de durée. A forte dose, elle détermine une irritation considérable. Quelques bouffées de fumée d'une cigarette d'Eucalyptus calment la toux et l'oppression. Prosper Mérimée, qui en faisait usage pendant sa dernière maladie, à Cannes, s'en félicitait beaucoup. Au contraire, l'inhalation d'une grande quantité de vapeurs de cette essence provoque la toux. — Sur les animaux qui ont absorbé une certaine quantité d'essence d'Eucalyptus, on observe des troubles nerveux. Cinq ou dix minutes après l'absorption de la substance, l'animal, agité entre les mains de l'expérimentateur, se calme. Il ne cherche plus à fuir, ses mouvements sont plus lents ; sa respiration se ralentit, devient plus profonde et très-régulière. Dans certains cas, il y a des convulsions, mais de courte durée. On observe de la titubation, l'animal paraît ivre, sa sensibilité est émoussée et sa chaleur diminue notablement. Cet état d'indifférence, d'hyposthénie nerveuse, de ralentissement vital, peut durer une demi-heure, deux heures, plus longtemps même, suivant la résistance de l'animal et l'intensité de la dose administrée. Au bout de huit à dix heures, l'état normal est rétabli.

Lorsque la dose d'essence est suffisante pour amener la mort (20 gouttes pour un lapin, 40 gouttes pour un chien de moyenne taille, 5 gouttes pour une grenouille), l'animal passe plus rapidement par les phases qui viennent d'être indiquées et la vie s'éteint peu à peu par l'arrêt de la respiration.

M. Gimbert a voulu étudier sur lui-même les effets de l'essence d'Eucalyptus. Il en a absorbé diverses doses, s'est observé avec soin à des doses de 10 et 20 gouttes ; il a constaté que cette substance jouit des propriétés calmantes les plus nettes. Elle diminue la tension vasculaire, détermine une tendance au sommeil et un état de bien-être extrême. Les urines sentent la violette. A une dose plus forte, elle produit une excitation passagère, du mal de

tête et un peu de fatigue. M. Gimbert ajoute que, dans ces expériences, il exhalait et répandait partout l'odeur d'Eucalyptus. Cela nous amène à la question de savoir comment l'essence s'élimine. Il est bien évident tout d'abord qu'une partie de la dose absorbée s'élimine par l'urine, puisque celle-ci acquiert au bout d'une heure ou deux un parfum de violette qui ne peut provenir que d'une transformation de l'huile d'Eucalyptus. Celle-ci s'élimine aussi par le poumon. Après l'ingestion de doses modérées, l'haleine n'exhale aucune odeur ; mais si la quantité absorbée est plus considérable, de 40 gouttes, par exemple, l'air expiré a un parfum d'Eucalyptus. Relativement à l'élimination par la peau, M. Gimbert est dans le doute, bien que, dans certains cas, la peau sente l'Eucalyptus. Enfin, l'urine devient plus riche en urée. Le phénomène, du moins, paraît démontré à M. Gimbert ; mais le savant auteur ne dit pas dans quelles circonstances cette augmentation d'urée se produit. Il laisse croire qu'elle a lieu en même temps que l'abaissement de la température et le ralentissement physiologique, ce qui est bien difficile à admettre.

Comment la mort survient-elle sous l'influence de l'essence d'Eucalyptus ? M. Gimbert a essayé de résoudre cette question par des expériences physiologiques qui lui ont révélé des faits très-intéressants. Les animaux empoisonnés ne présentent aucune altération ni des globules ni du plasma sanguin. La mort n'arrive point par asphyxie, car on ne trouve dans le poumon aucune trace de trouble mécanique ; elle survient par suite d'une lésion d'une certaine partie des centres nerveux, les muscles et les nerfs périphériques restant intacts. Tous les physiologistes savent qu'après avoir décapité une grenouille, si l'on pince l'intestin ou les pattes, ou si l'on applique quelques gouttes d'ammoniaque à l'anus de l'animal, il se produit d'énergiques mouvements réflexes dans la partie affectée et que ces mouvements se propagent dans tous le corps. Or, l'essence d'Eucalyptus détruit ces propriétés réflexes de la moelle épinière, en altérant surtout les cellules postérieures du cordon central. Comme ces propriétés tiennent sous leur dépendance les fonctions de la respiration, de la circulation, de la calorition, etc., on conçoit le trouble provoqué dans ces dernières par l'Eucalyptus, mais un semblable trouble est consécutif à l'action initiale sur la moelle. M. Gimbert tire de plus, des expériences délicates qu'il a faites à ce sujet, la conclusion que le grand sympathique est, au contraire, excité. Ce phénomène expliquerait l'anémie et le refroidissement des organes, car quand il y a paralysie du grand sympathique, il y a congestion et élévation de température. Tel est le mécanisme des effets physiologiques du principe actif de l'Eucalyptus.

Emploi thérapeutique de l'Eucalyptus. — Plusieurs des vertus médicinales de l'Eucalyptus sont connues de temps immémorial des naturels du pays où cet arbre croît spontanément. Depuis qu'on l'a acclimaté dans le bassin de la Méditerranée, ces vertus ont été étudiées avec soin par plusieurs médecins, au premier rang desquels il faut citer M. Carlotti, d'Ajaccio, M. Gimbert, de Cannes, et M. Gubler, qui a fait sur ce sujet plusieurs leçons dans son cours de thérapeutique à l'École de médecine de Paris (1). Ces recherches ne laissent plus de doute sur l'efficacité des préparations d'Eucalyptus.

Par son action sur la sensibilité réflexe de la moelle et sur la respiration, l'essence d'Eucalyptus soulage l'asthme, calme la toux et se comporte d'une manière bienfaisante dans les diverses algies et convulsions telles que la coqueluche, la chorée, etc. Comme stimulant de la circulation capillaire et de la tension artérielle, elle est utile dans un grand nombre d'états morbides du poumon, dans les congestions sanguines et passives du cerveau, du poumon et d'autres organes. Les phénomènes qui caractérisent l'élimination de l'essence d'Eucalyptus par le rein et l'urine ont donné à M. Gimbert l'idée de l'administrer dans les catarrhes de la vessie, dans les uréthrites, etc.

---

(1) Ces médecins n'ont fait que suivre, du reste, les indications de M. Ramel lui-même, qui, le premier, a pensé aux applications thérapeutiques de l'Eucalyptus. Voici, à ce sujet, la déclaration d'un des hommes les plus considérables de l'Australie, M. Robert Blackett : « Je soussigné, Robert Blackett, déclare qu'avant d'avoir reçu les communications de M. Ramel sur l'emploi thérapeutique des feuilles de l'*Eucalyptus globulus*, je n'avais jamais entendu parler de leur application, de la colonie de Victoria ni ailleurs, et je peux garantir, grâce à mes rapports avec tous nos médecins, que rien de semblable n'a été pratiqué. La seule substance employée thérapeutiquement des plantes de cette famille était l'huile essentielle de l'*Eucalyptus amygdalina* comme succédané de l'huile de cajeput. — Londres, 27 mai 1869. »

M. Gubler dit que l'action topique des préparations d'Eucalyptus dans les affections catarrhales est des plus heureuses. Dans les affections catarrhales purulentes de l'urèthre et du vagin, dans les leucorrhées anciennes et rebelles, dans les blennorrhagies subaiguës et chroniques, il a obtenu les meilleurs résultats de l'emploi de la décoction des feuilles d'Eucalyptus. La véritable importance de ce nouveau médicament se montre surtout, d'après M. Gubler, dans les maladies des membranes muqueuses et plus particulièrement dans celle des voies respiratoires. Il est le synergique des baumes de tolu et de Pérou, des bourgeons de sapin et de l'essence de térébenthine, du goudron, du copahu, etc. Il ne convient ni à toutes les formes ni à toutes les périodes des affections des muqueuses. Nuisible dans la période d'acuité et fébrile, ainsi que dans la forme sèche de la phlegmasie, inutile lorsque la sécrétion est simplement muqueuse et transparente, l'essence d'Eucalyptus trouve son emploi rationnel dans les cas subaigus ou chroniques, et se montre d'autant plus utile que la sécrétion est plus abondante, plus opaque et plus mucoso-puriforme. Ce médicament est avant tout un agent de la médication anticatarrhale. Inférieur à la térébenthine dans le traitement des affections de l'appareil génito-urinaire (blennorrhagie subaiguë ou chronique, catarrhe vésical), il est très-supérieurement efficace vis-à-vis des maladies catarrhales des organes respiratoires; et il est efficace à des doses très-faibles.

M. Gubler recommande également l'Eucalyptus comme pouvant apporter un secours précieux au travail de la digestion, comme propre à débarrasser l'estomac et le tube digestif de tout parasite, et, en particulier, des ascarides lombricoïdes. Il le juge utile aussi pour combattre l'algidité, particulièrement dans le choléra, où il aurait de plus le double avantage de diminuer le vomissement et de neutraliser l'action des infusoires dont plusieurs observateurs ont constaté la présence dans les déjections des cholériques.

Nous avons déjà rapporté plus haut le cas de Prosper Mérimée, qui, à Cannes, se trouvait fort bien de l'emploi des cigarettes d'Eucalyptus. Ces cigarettes, qui brûlent parfaitement, ont été préconisées par le docteur Miergues, contre la bronchorrhée. L'essence, ainsi que l'a montré M. Gimbert, diminue et fluidifie les sécrétions bronchiques et soulage l'oppression de l'asthme; elle pourrait bien n'être pas non plus indifférente dans la phthisie. En Australie, les jeunes Anglaises qui souffrent du poumon reprennent de la vigueur et du souffle en respirant l'air embaumé par les émanations du gommier bleu.

Enfin, au point de vue topique, l'Eucalyptus, grâce à ses propriétés antiseptiques et même hémostatiques, peut rendre des services considérables. M. Gimbert l'a employé dans le traitement des plaies atoniques des membres inférieurs, des plaies de mauvaise nature et des plaies survenant à la suite des furoncles de la variole. Il pense qu'on pourrait l'employer aussi dans certaines affections chroniques de la peau, telles qu'ulcères variqueux, eczémas humides, etc. Il recommande l'alcoolature d'Eucalyptus pour désinfecter les suppurations fétides. Les feuilles froissées dans les mains, débarrassées de leur nervure médiane et appliquées sur les plaies à la façon de bandelettes de diachylum, constituent un pansement occlusif et compressif excellent, et peu coûteux. En qualité d'*astringent*, selon M. Gubler, l'Eucalyptus peut rendre les mêmes services que les autres médicaments chargés d'essence et de tannin. Pour les cas légers, tels que les conjonctivites simples, on pourrait se contenter d'une *macération* d'essence peu chargée, de l'infusion ou de l'eau distillée de feuilles.

L'Eucalyptus paraît souverain contre les affections intermittentes. M. Gimbert dit l'avoir administré avec succès dans des cas de névralgies intermittentes; mais c'est surtout contre la fièvre qu'il a montré une efficacité inespérée. C'est en Espagne que le gommier bleu semble avoir été employé pour la première fois dans ce but. Principalement dans les provinces de Cadix, de Cordoue et de Séville, il est populaire depuis une huitaine d'années. Quatre feuilles d'Eucalyptus, mises en infusion, constituent, paraît-il, un excellent fébrifuge. Les malades, dès qu'ils sont atteints de la fièvre, s'empressent de se procurer de ces feuilles, et, presque toujours, la guérison leur est assurée. En Catalogne, l'Eucalyptus est appelé l'*arbre à la fièvre*. Un médecin français établi à Montévidéo, le docteur Brunel (1), ayant eu connaissance de ces

(1) Le docteur Brunel est mort en France le 29 octobre 1871. Il est connu par une remarquable étude sur la vie et les voyages de Borpland, le célèbre compagnon d'Alexandre de Humboldt. Son opuscule sur l'Eucalyptus vient d'être publié par ses héritiers. (In-8°, 1872. J.-B. Baillière.)

faits, s'empressa de faire cultiver l'Eucalyptus dans son pays d'adoption et de l'essayer contre les fièvres intermittentes. Les résultats qu'il obtint lui parurent tellement satisfaisants qu'il leur donna la plus grande publicité dans les journaux du pays. « Après l'insertion d'un grand nombre d'observations à ce sujet, dit-il, des malades atteints de fièvres intermittentes m'arrivèrent des côtes du Brésil, du Paraguay et de la partie occidentale de l'Afrique. En même temps, je reçus plusieurs lettres de mes confrères de la Confédération argentine, du Brésil, qui me demandaient des feuilles d'Eucalyptus. J'en expédiai en grande quantité, surtout à l'armée brésilienne et orientale qui avait envahi le Paraguay. » — Les nombreuses observations publiées par M. Brunel sont des plus décisives. Ce médecin administre à ses malades l'Eucalyptus en infusion édulcorée avec du sirop simple. Chaque dose est de 8 grammes de feuilles infusées dans 120 grammes d'eau bouillante, à prendre matin et soir. On peut augmenter la dose suivant l'intensité de la fièvre.

Pendant l'été et l'automne de 1868, M. le docteur Regulus Carlotti (d'Ajaccio) a fait en Corse des expériences qui lui ont démontré l'efficacité de l'Eucalyptus, même dans les cas rebelles au sulfate de quinine. Le docteur Tedeschi écrivait à ce sujet à son confrère d'Ajaccio : « Vous savez que je ne suis point enthousiaste..... J'ai voulu faire de nombreux essais avant de me prononcer. Les résultats ont été des plus manifestes. Remarquez que je n'ai administré le nouveau remède que contre des cas presque toujours rebelles et alors que le sulfate de quinine n'avait pas réussi à faire disparaître les accès (1). » En Algérie, on a constaté la même efficacité. M. Trottier écrivait en 1869 au docteur Marès, d'Alger : « Mes plantations d'Eucalyptus avaient, en juillet et août 1869, de $2^m.50$ à 4 mètres d'élévation. Cette année-là il n'y eut pas un cas de fièvre dans la ferme. Le fermier et sa femme, qui, autrefois, avaient de la fièvre à la fin de l'été, ont eu immunité complète en 1868 et 1869. Dans la province d'Oran, à Relizane, à Sidi-Ferruch, chez les trappistes de Staouëli, mêmes tentatives, mêmes succès (2). » En Allemagne, en Autriche, en Roumanie, l'Eucalyptus est adopté par les praticiens contre les fièvres intermittentes. Le docteur Lorinser, de Vienne, assure entre autres que, sur 53 cas de fièvre intermittente contractée sur les bords du Danube, 43 furent complétement guéris par la teinture d'Eucalyptus, et parmi ces cas beaucoup avaient résisté à la quinine. M. Gubler, qui a si soigneusement expérimenté l'Eucalyptus dans ces dernières années, admet cette action fébrifuge d'après un certain nombre de faits qu'il lui a été donné d'observer et d'après l'examen des documents fournis par les médecins des pays paludéens. En tous les cas, cette action fébrifuge ne doit pas être attribuée à l'essence, mais bien à un principe amer encore mal étudié et plus ou moins analogue aux alcaloïdes ou aux glucosides. L'essence n'est pas fébrifuge ; l'extrait et l'infusion de feuilles possèdent seuls cette propriété (3).

L'essence d'Eucalyptus est formellement contre-indiquée dans les cas où, à une grande faiblesse générale tenant soit à une maladie aiguë prolongée, soit à une maladie chronique, soit à une sénilité avancée, il se joint une affection grave, comme une dilatation des ventricules du cœur ou une insuffisance de ses orifices, ou de l'emphysème ou une destruction avancée du poumon.

Tel est le résumé des faits observés jusqu'ici.

Sans doute l'Eucalyptus, comme tous les remèdes nouveaux, est en ce moment-ci l'objet d'un engouement exagéré, et peut-être faudra-t-il rabattre un peu des espérances que plusieurs médecins ont conçues touchant ses vertus thérapeutiques. L'étude de ses propriétés physiologiques est encore, malgré les recherches de M. Gimbert, à reprendre d'une façon méthodique, et quant à son efficacité médicinale, il faut pour l'établir une série d'épreuves et de curations multipliées et prolongées pendant longtemps. C'est à ce prix seulement qu'on introduit aujourd'hui d'une façon définitive de nouveaux remèdes dans l'arsenal thérapeutique. Quoi qu'il en soit, les faits que nous avons rapportés méritent d'appeler l'attention des praticiens. Quant aux avantages hygiéniques et économiques que l'on retirera de la cul-

(1) *Mémoires lu à la Société d'agriculture d'Alger*, 1869.

(2) *Note sur l'Eucalyptus*; par M. P. Marès. Alger, 1870.

(3) *Bulletin de thérapeutique*, 1871, t. LXXXI.

ture de l'Eucalyptus, la question est complétement résolue. Cet arbre peut devenir la providence et le salut des pays marécageux, et partout une source de richesses considérables.

REVUE DES INVENTIONS NOUVELLES.

Par M. A. Jouglet.

Charrue à hélice; par M. Tranvez. — Procédé de panification; par MM. Sauer et Cachal. — Extraction du sucre de la betterave; par M. Wœstyn. — Préservation des substances animales et végétales; par M. Newton. — Filtration industrielle des liquides; par M. Burq. — Échafaudage mécanique avec translation en fer, à ponts mobiles; par M. Conci. — Contrôleur pour trains de chemins de fer et autres véhicules; par M. Burk. — Appareils pour tailler et rhabiller les meules de moulin; par M. Norton. — Détente variable par le régulateur appliquée aux machines à vapeur; par M. Rider. — Perfectionnements dans la construction des machines à percer les rochers; par M. Brown. — Fusil-canon porte-amarre; par M. Delvigne. — Fabrication de canons pour armes à feu, en fonte malléable et en acier; par M. Gilon. — Appareil de chauffage en hiver et de ventilation en été des voitures de chemins de fer et autres, et des bateaux; par M. Grandjean. — Production de l'oxygène; par M. Kirkpatrick. — Construction des retortes, moufles et pots employés pour la réduction des minerais de zinc; par M. Borgnet. — Traitement des minerais de cuivre sulfurés; par M. Tessié du Motay. — Fours métallurgiques avec chauffage au gaz et récupérateurs de chaleur; par M. Ponsard. — Préparations liquides de l'indigo ou indigotine; par M. Weweirne. — Teinture au moyen du permanganate de soude; par M. Mouru de Lacotte. — Absorption des fumées sulfureuses; par M. Cahen. — Utilisation des déchets de tannerie; par M. Dewilde. — Poudre de mines, ou pyrolithe humanitaire; par MM. de Terré et de Mercader. — Autre poudre de mines, ou pudrolythe; par M. Oller. — Autre poudre de mines, ou brise-rocs; par M. Robandi. — Procédé pour désuinter la laine, le crin, les peaux, fourrures, la plume, les tissus de laine et autres substances similaires; par MM. Simonin et Coffin. — Encre des écoles; par MM. Coupier et Collin. — Sténographie mécanique; par M. Gensoul. — Appareil pour la production de l'ozone; par M. Houzeau. — Graissage des laines; par M. Dejon. — Mécanisme d'horlogerie; par M. Leclanché. — Batterie électrique; par M. Weber.

CHARRUE A HÉLICE.

Depuis l'ingénieuse application de l'hélice, on a cherché à adapter cet engin aux outils les plus divers; c'est une manie enracinée depuis longtemps dans l'esprit des inventeurs de faire servir une importante découverte aux choses tout à fait étrangères; je veux bien que parfois l'on aboutisse à un bon résultat, mais j'affirme que ce cas est bien rare.

Un inventeur, M. Tanvez, s'est proposé d'appliquer l'hélice dans la construction des charrues. Dans un brevet récent, peu connu, ce qui ne me surprend pas beaucoup, il s'exprime de la manière suivante :

« La charrue ordinaire, dit-il, fend la terre et la retourne, mais on ne saurait dire qu'elle la divise. Que faut-il pour compléter son travail? Il faut et il suffit de couper en travers, d'une manière uniforme et continue, la bande soulevée par le soc. C'est ce que fait ma charrue à hélice. Comme les autres charrues, elle a un coutre, un soc et un commencement de versoir qui relève la bande sans la renverser; immédiatement derrière ce versoir rudimentaire vient une hélice semblable à celle des bateaux à vapeur; six ou huit lames d'acier tordues et tenues par un disque en fonte sur un arbre animé d'un mouvement de rotation constituent en principe la nouvelle machine..... »

Que dire de ces mots : *On ne saurait dire qu'elle la divise ?*

Je ne veux aucun mal au brave homme d'agriculteur qui m'a envoyé une élogieuse description de l'outil de M. Tanvez; mais, j'en suis désolé, pour ma part j'envoie au diable la charrue de M. Tanvez, et je n'en aurais guère fait mention si le courtois correspondant ne m'avait supplié.

J'ai dit; j'ajouterai ce seul mot à l'adresse de M. Tanvez. C'est une des meilleures phrases d'un bon professeur de génie rural, de M. Grandvoinnet : « La meilleure charrue est celle qui, dans des circonstances données, effectue le labour demandé au meilleur marché possible. »

PROCÉDÉ DE PANIFICATION.

MM. Sauer et Cachal ont proposé une invention ayant pour objet la fabrication d'un liquide auquel ils donnent le nom d'extrait de levain. Cette matière a, d'après eux, la qualité d'opérer sur la farine, dans la panification, un rendement de 16 à 20 pour 100 en plus du résultat produit jusqu'ici par le procédé ordinaire des boulangers; on fait ouvrir les molécules des substances élémentaires de la farine, l'amidon, le gluten, le glucose, la dextrine et l'eau. En outre, le procédé nouveau aurait la propriété de modifier le système de fermentation qui, dans la méthode ordinaire des boulangers, par l'oxydation de l'alcool produisant l'acide acétique, détruit l'élasticité du gluten et dissout même une grande partie de cette substance nutritive que les inventeurs conservent par leur procédé. De plus, leur liquide, par ses qualités respectives, augmente la qualité du pain et rend cet aliment plus nourrissant, plus digestif, lui conserve plus longtemps sa fraîcheur, lui donne une plus belle apparence, soit au point de vue de la blancheur, soit au point de vue de la texture.

Pour la composition de leur liquide, les inventeurs emploient les substances suivantes : Soit *A* un liquide résultant de la distillation d'un levain ordinaire; soit *B* une solution d'un sel alcalin à 5 degrés de l'aréomètre de Baumé; soit *C* une solution de dextrine de *frumentum triticum;* soit *D* une dissolution légumineuse de *verus astragalus;* soit *E* une dissolution de hordéine; soit *F* une dissolution de zéine; soit *G* une dissolution de gomme donnant la formule $C^{12}H''O''$, desséchée à 100 degrés et à 130 degrés dans le vide, donnant la formule $C^{12}H^{10}O^{10}$; soit *H* une dissolution de farine obtenue par le lavage de poudre de la racine du jatrophat manihot de Linné, ou même espèce d'euphorbiacées; soit *K* une extraction à l'eau bouillante épurée de cartilage; soit enfin *M* de l'eau pure ordinaire. Ce liquide est clarifié par l'albumine et décanté; il prend les proportions suivantes pour 200 parties :

A	17
B	2
C	11
D	17
E	6
F	8
G	11
H	11
K	7
M	110
	200

Cette masse est ensuite étendue dans l'eau chaude ou tiède, suivant la température qui sert à la température de la pâte.

Ces doses ne sont pas absolues.

EXTRACTION DU SUCRE DE LA BETTERAVE.

L'amélioration qui va être décrite doit, dit-on, assurer d'importants résultats dans la fabrication de la belle industrie du sucre; elle est du reste signée d'un nom connu, celui de M. Woestyn.

Dans les divers procédés d'extraction et de traitement des jus sucrés de la betterave, qui reposent sur la diffusion ou la macération, les liqueurs saccharines restent exposées pendant un temps relativement assez long à l'action de l'air; la température est douce et la concentration est assez faible. Toutes ces conditions sont très-favorables à la fermentation des jus qui s'altèrent rapidement. De plus, la reprise en charge des eaux douces que ces procédés nécessitent achève d'apporter dans la fabrication des éléments d'altération qui viennent augmenter les difficultés du travail. Enfin, les cossettes elles-mêmes s'altèrent vite au contact de l'air, pendant le remplissage des diffuseurs ou des macérateurs; et, lorsque la betterave est altérée, tous les inconvénients croissent dans une proportion telle que le travail devient impossible. En général, on ajoute une certaine proportion de chaux dans les jus ainsi obtenus par ces procédés, mais ce traitement est loin d'être suffisant pour faire disparaître ces incon-

vénients, et, de plus, cette chaux restant dans les cossettes nuit au bétail qui en fait sa nourriture.

M. Woestyn ajoute dans ces jus une quantité de chaux dont on varie la dose suivant la circonstance, puis il introduit dans leur masse un courant d'acide carbonique qui produit la précipitation de la chaux sous forme de carbonate et entraîne les impuretés renfermées dans les jus, en même temps qu'il chasse l'air dissous dans les liquides qui ainsi se trouvent soustraits à son action. L'auteur injecte également de l'acide carbonique dans l'intérieur même des diffuseurs ou des macérateurs, de manière à mettre les betteraves dans une atmosphère d'acide carbonique qui en empêche l'altération.

Tel est en résumé le procédé de M. Woestyn. On dit qu'il a été essayé avec plein succès; en somme, il n'y a rien d'étonnant; M. Woestyn a fait ses preuves dans la belle industrie qu'il a déjà perfectionnée de plusieurs manières.

PRÉSERVATION DES SUBSTANCES ANIMALES ET VÉGÉTALES.

M. Newton a trouvé qu'en combinant le bisulfite de magnésie avec le bisulfite de chaux on pouvait obtenir un composé beaucoup plus résistant, et que la force de la solution pouvait être considérablement augmentée. M. Newton prépare ce double composé en saturant le bisulfite de chaux avec du carbonate de magnésie, ou en saturant le bisulfite de magnésie avec du carbonate de chaux, ou par le mélange de solutions de sulfite ou de bisulfite de chaux avec du sulfite ou bisulfite de magnésie en proportions équivalentes. On obtient un bon résultat en combinant 84 parties de bisulfite de magnésie avec 92 parties de bisulfite de chaux. La pesanteur spécifique de la solution peut varier entre 1.020 et 1.080 ou être plus considérable; on agit ainsi pour augmenter la force des solutions qui ont été affaiblies par un emploi répété. Pour distinguer ce composé du bisulfite de chaux, l'inventeur lui donne le nom de bisulfite de chaux et de magnésie.

Pour préserver la viande, on peut l'exposer à une température élevée pendant un court laps de temps; de cette manière on coagule l'albumine et le sérum.

FILTRATION INDUSTRIELLE DES LIQUIDES.

Soit une matière plastique quelconque, par exemple, un mélange de terre céramique ou de fines poussières combustibles, convenable pour acquérir par la cuisson toute la porosité qu'exige une bonne filtration et en même temps une résistance convenable. Par une sorte de moulage en broches, M. Burq forme avec cette matière de grandes plaques de forme ronde, carrée, etc., par exemple, des plaques mesurant $0^{m}.50$ ou $0^{m}.60$ de diamètre et $0^{m}.05$ ou $0^{m}.06$ de hauteur, criblées dans leur épaisseur, à une faible distance des bords et de la surface, de très-petits canaux parallèles, tous en communication avec un canal transversal d'une plus grande capacité qui vient déboucher au pourtour d'une ouverture centrale légèrement creusée en gorge à son niveau. Après que l'on a fermé bien hermétiquement avec un lut toutes les ouvertures, hormis l'ouverture centrale et les deux petits orifices en regard, après que l'on a séché complétement le mélange, on met les plaques au four. Quand on les retire, on obtient des filtres parfaitement homogènes dont chaque centimètre de surface agit pour la filtration; ces engins résistent énergiquement à l'action délitescente ou compressive de l'eau aussi bien qu'à celle de la plus grande partie des agents chimiques, acides, alcalins, et surtout à l'action du feu. Pour les revivifier, on peut sans inconvénient les remettre au four.

ÉCHAFAUDAGE MÉCANIQUE AVEC TRANSLATION EN FER, A PONTS MOBILES.

Cet appareil, inventé par M. Conci, consiste en trois parties : — 1° le chariot est formé par un plateau en fonte, supporté par deux essieux montés sur roues en fonte; une disposition à vis, adaptée au milieu des deux côtés, permet, à l'aide d'un volant, de faire rouler tout l'ensemble de l'appareil dans un sens ou dans l'autre; quand il s'agit de déplacement à des distances importantes, on attelle un cheval à l'appareil; dès que l'échafaudage est arrivé

à destination, on peut démonter les roues et caler le plateau, qui sert, comme on le voit, de base à l'ensemble; — 2° l'échafaudage consiste en une série de cages, s'emboîtant les unes dans les autres et reçues par la cage principale; celle-ci est confectionnée en fer à cornières; la construction, quoiqu'elle soit légère, donne à l'ensemble de suffisantes garanties de stabilité; des plaques triangulaires en tôle, placées dans les angles supérieurs, concourent à augmenter la rigidité de la cage; — 3° un bâti en fonte porte un mécanisme constituant un treuil ordinaire.

Le tambour reçoit une chaîne de Gall, qui s'enroule sur un autre tambour semblable, placé au sommet d'une poutre que maintiennent des contre-fiches en fer rond. Un crapaud, fixé sur la chaîne de Gall, s'accroche à l'entre-toise médiane du châssis, et il suffit que l'on tourne le treuil pour développer le mécanisme.

CONTRÔLEUR POUR TRAINS DE CHEMINS DE FER ET AUTRES VÉHICULES.

Il s'agit d'une horloge inventée par M. Burk.

Cette horloge indique d'elle-même le temps et la durée du trajet, le temps de l'arrivée, la durée du séjour, l'heure du départ et la vitesse du trajet pour chaque minute. L'horloge est placée dans une boîte de métal à fermoir. Le mécanisme d'horlogerie lui-même ne diffère pas de celui d'une montre. L'appareil contrôleur qui s'y adapte constitue l'invention.

Un tambour sur lequel s'enroule une bande de papier est mis en mouvement par le mécanisme; à une pointe qui est unie à l'arbre par le bras est attaché un bras de métal qui porte une pointe d'acier. Quand l'horloge, placée dans le wagon, est mise en branle par la marche, la pointe d'acier fait des oscillations et il se produit une suite d'impressions sur le papier du tambour, ce qui forme une ligne d'autant plus grande que le mouvement du train est plus accentué.

APPAREILS POUR TAILLER ET RHABILLER LES MEULES DE MOULINS.

M. Norton s'est proposé de perfectionner les appareils pour tailler et rhabiller les meules de moulins. Pour cet objet il emploie une règle en métal dont la surface inférieure est vraie; cette règle repose sur la pierre qui doit être travaillée. Sur la surface supérieure de la règle est monté un chariot que l'on peut faire voyager d'une extrémité à l'autre de la règle en ligne droite parallèlement à la surface inférieure de la règle. Sur le chariot règne un coulisseau transversal susceptible de voyager transversalement à la règle au moyen d'une vis placée sur le chariot en un plan parallèle à la surface inférieure de la règle. Sur le coulisseau transversal est fixé un bras portant le diamant, la pierre fine ou le ciseau avec son ajustement à vis pour régler la position de la pointe au niveau convenable. Sur le chariot se trouvent des poignées au moyen desquelles on le meut en va-et-vient le long de la règle, la pointe de diamant coupant alors sur la surface de la pierre les lignes droites nécessaires pour donner à la pierre la taille requise pour l'opération de la mouture. Par l'effet de la vis, le coulisseau transversal avance d'une petite distance entre chaque course, et, pour cet effet, la vis porte sur son extrémité une roue sur les dents de laquelle agit un cliquet que porte la règle. Pour réunir ce cliquet, on emploie une pièce à coussinet qui, au moyen d'une vis d'assemblage, peut s'accrocher au côté de la règle en tout point requis; pendant son fonctionnement, elle est ajustée de manière que, la pointe étant arrivée au bout de sa coupure, la roue qui met en jeu le coulisseau transversal vienne immédiatement contre le cliquet et franchisse l'espace occupé par une dent ou plusieurs dents. Lorsque la glissière dépasse le cliquet dans la direction opposée, ce cliquet étant joint à sa tige, bascule et permet à la roue de passer sans tourner. Dans la pièce à coussinet sont pratiqués deux évidements pour recevoir la tige du coulisseau; ils sont ainsi disposés que, le cliquet se trouvant dans l'un de ces évidements, il surgisse à une hauteur convenable pour faire tourner la roue d'une dent et que, ce cliquet se trouvant dans l'autre évidement, il soit plus élevé et fasse alors tourner la roue de deux dents à chaque action. Le bras qui porte le taillant est susceptible d'être fixé au coulisseau dans l'une ou l'autre des deux positions, de manière que la pointe fouillante puisse se tenir devant le coulisseau ou derrière lui. Cet arrangement facilite l'accès

aux parties de l'ouvrage qui, en raison de la pierre à travailler, sont situées dans un espace restreint et seraient autrement difficiles à approcher.

DÉTENTE VARIABLE PAR LE RÉGULATEUR APPLIQUÉE AUX MACHINES A VAPEUR.

M. Rider donne son nom à cette amélioration qui semble étudiée avec soin.

Dans les machines de faible course, la glissière principale est, par son travail, semblable à celle des machines ordinaires. La forme en est la même, à l'exception toutefois que ses extrémités sont allongées pour recevoir des passages ménagés à l'extérieur de la glissière proprement dite. Ces passages sont, sur la partie intérieure de la glissière, rectilignes ou rectangulaires, suivant son mouvement, c'est-à-dire qu'ils glissent parallèlement avec les lumières du cylindre. Sur la partie extérieure de la glissière principale qui reçoit la glissière de détente, les passages sont obliques et se trouvent dans des angles opposés l'un à l'autre. La glissière de détente est un secteur d'un cylindre, les extrémités en sont coupées obliquement suivant des directions opposées, de telle sorte que les extrémités des parties travaillantes de la glissière de détente sont respectivement conformes aux lignes d'un filet droit et gauche d'un grand pas, correspondant à l'obliquité de l'angle des lumières dans la partie extérieure de la grande glissière. Cette glissière de détente est posée dans un demi-cylindre ménagé et alésé dans la partie extérieure de la grande glissière et entre les deux ouvertures en spirale. Elle est mise en mouvement dans le sens longitudinal par un excentrique séparé auquel elle est attachée suivant la manière ordinaire, excepté cependant qu'un joint circulaire s'y trouve qui permet sa rotation partielle. Une partie de la tige de la glissière est carrée ou quelquefois arrangée avec une clavette fixe dans l'arbre, et, en cet endroit, il est fixé sur la tige de la glissière un secteur denté travaillant dans une crémaillère attachée à la partie inférieure de la tige du régulateur, de telle sorte que, le régulateur s'ouvrant ou se fermant, la glissière de détente tourne partiellement. Ainsi la glissière de détente est mue dans le sens longitudinal par l'excentrique, et en même temps un mouvement de rotation sur son axe est donné par le régulateur. Le mouvement de rotation donné par le régulateur, combiné avec les formes en spirale des passages de vapeur et des extrémités de la glissière de détente, fait varier la distance entre les lumières et les extrémités de la glissière dans des limites très-grandes, et la vapeur peut être coupée à chaque point de la course du piston. Par suite du mouvement rectiligne opéré par l'excentrique, le mouvement de rotation de la glissière de détente est considérablement facilité, et s'effectue avec la moindre somme de force. Ces deux mouvements combinés favorisent beaucoup la perfection et la durée des surfaces.

Dans les machines d'une plus grande dimension où il faut concilier des passages de vapeur très-courts pour éviter les espaces nuisibles, on divise vers le centre la glissière principale et la glissière de détente, et chaque partie est portée vers l'extrémité pour agir sur les lumières des cylindres à ses extrémités, comme il arrive d'habitude dans les glissières ordinaires séparément construites.

PERFECTIONNEMENTS DANS LA CONSTRUCTION DES MACHINES A PERCER LES ROCHERS.

L'appareil ingénieusement perfectionné, dont M. Brown est l'inventeur, offre dans sa construction et son mode d'opération des caractères généraux qui établissent beaucoup d'analogie entre le nouvel engin et le système de Burleigh.

Cet appareil est destiné au percement des rochers par l'action de l'élasticité de la vapeur ou de l'air comprimé, exercée de manière à produire un mouvement alternatif d'une barre de métal à pointe acérée et trempée. L'avancement d'un outil perforateur dans le roc varie dans son action sous une force constante, selon le degré différent de résistance que présente le roc, de sorte qu'une alimentation continue n'est pas susceptible de produire la plus grande quantité d'effet utile, car si cette alimentation est réglée de façon à opérer la pénétration pratique de l'outil dans les places les plus tendres, cet outil se brisera en atteignant des places plus dures, et, si l'alimentation est réglée pour pourvoir à la pénétration dans ces dernières, il en résultera que l'outil, en opérant dans des places plus tendres, avancera avec plus de lenteur qu'il ne le faut. Il en résulte que pour produire la plus grande quantité

d'effet utile, il est nécessaire d'ajuster le mécanisme alimenteur de telle sorte qu'il varie automatiquement et qu'il se conforme à la marche de l'alimentation suivant l'avancement effectif du perforateur dans le roc.

Une première partie des perfectionnements de M. Brown consiste à combiner avec un outil perforateur un mécanisme qui change automatiquement la marche de l'alimentation ou l'avancement de l'outil perforateur proportionnellement au degré de dureté du roc.

Une autre partie de ces perfectionnements consiste dans de nouvelles dispositions mécaniques à l'aide desquelles la position de la valve est si rapidement changée aux moments voulus que l'évacuation de l'agent propulseur se fait au moment même où l'outil agit sur le rocher, de façon que le retrait de cet outil s'opère naturellement et sans entraves, se maintient, et même est accéléré par l'entrée de la vapeur entre la tête la plus rapprochée de la pointe du perforateur et la tête du piston. Les mêmes moyens servent encore à effectuer le changement de la valve assez promptement pour que l'évacuation de la vapeur ou de l'air qui concourait au retrait du perforateur, et l'entrée de l'agent propulseur qui imprime au perforateur son action, se fassent instantanément, de sorte que la percussion de ce perforateur contre le roc ne soit entravée par aucun obstacle, mais qu'elle s'opère avec toute la force due à la pression sur la surface du piston.

Dans le système de M. Brown, la rotation du foret et son alimentation vers le rocher s'opèrent au moment où l'outil retiré du roc est prêt à s'avancer de nouveau, de façon que toute la force de l'agent propulseur s'exerce par le perforateur pour couper et piquer le roc, sans qu'il y ait aucune dépense de force pour d'autres opérations ; à mesure que l'outil roule, le cylindre avance vers le roc, de manière que la pénétration de l'outil, à son mouvement suivant d'avance, ne permet pas l'arrivée en contact de la tête de piston avec la tête de cylindre la plus rapprochée du roc. Pour prévenir la rupture de la machine par le contact de la tête du piston avec la tête du cylindre antérieur, qui pourrait avoir lieu si la pointe du perforateur venait à se briser, à entrer dans une cavité, ou à pénétrer dans quelque partie plus tendre du roc, M. Brown a imaginé un moyen d'arrêter instantanément l'action de la machine. Ce moyen consiste à placer la tête du cylindre antérieure en position telle par rapport à l'entrée de la vapeur, que le piston, en avançant puisse couvrir complétement l'entrée de la vapeur, et, en interceptant cette dernière, remplir l'office de valve sans permettre aux têtes de piston et de cylindre d'arriver en contact, la vapeur prise ainsi entre les deux têtes formant coussin pour arrêter la course du piston.

A part certains détails qui ne me paraissent pas réalisables, la machine de M. Brown constitue assurément un engin très-digne d'attention. Il resterait à connaître les résultats qu'elle a dû fournir dernièrement.

FUSIL-CANON PORTE-AMARRE.

C'est une arme du poids de 12 kilogrammes, de 15 kilogrammes ; elle peut encore être tirée à l'épaule, dit l'inventeur, M. Delvigne. Quel tireur !

Le canon a des épaisseurs considérables et inusitées relativement à son calibre et comme arme portative. Ces épaisseurs de métal ont pour objet de permettre la transformation du fusil porte-amarre en un petit canon porte-amarre placé sur un affût, et recevant alors une charge de poudre et un projectile triples du poids de ceux que reçoit l'engin comme arme portative.

FABRICATION DE CANONS POUR ARMES A FEU EN FONTE MALLÉABLE ET EN ACIER.

Par l'emploi d'un noyau tubulaire nouveau en métal, recouvert par compression d'une couche de sable mélangée de résine suivant une épaisseur de 0m.003 à 0m.005, et destiné à remplacer le noyau en sable adopté jusqu'à ce jour, et par la pose horizontale des châssis pour la coulée, au lieu de la pose verticale, M. Gilon parviendrait, dit-on, à couler, quelle que soit leur dimension, des canons d'armes à feu, sans qu'ils contiennent de scories, de soufflures, et à les obtenir parfaitement homogènes. L'absence de scories et de soufflures s'expliquerait par l'emploi d'un noyau tubulaire dont les parois sont percées longitudinale-

ment de trous, de façon que les gaz qui s'accumulent au moment de la coulée, sur la longueur du canon, et l'air comprimé par la fonte en même temps qu'il est dilaté par la chaleur, s'échappent par les ouvertures du tuyau formant noyau.

APPAREIL DE CHAUFFAGE EN HIVER ET DE VENTILATION EN ÉTÉ DES VOITURES DE CHEMINS DE FER ET AUTRES, ET DES BATEAUX.

Les conditions spéciales du chauffage et de la ventillation ont conduit M. Grandjean, pour appliquer son système aux chemins de fer, à adopter un appareil séparé pour chaque voiture, et à employer comme combustibles les charbons artificiels fabriqués avec la tourbe ou toute autre matière terreuse ou résineuse quelconque. Il emploie aussi comme combustibles les essences minérales, l'huile de pétrole, les carbures d'hydrogène, etc., etc.

Son appareil se compose essentiellement d'un foyer mobile qu'on remplit de charbon, d'un système de tuyaux et d'une double enveloppe autour de l'appareil. Dans ces tuyaux et dans cette enveloppe l'air circule et s'échauffe sans se mélanger avec le produit de la combustion, et il est ensuite distribué par des conduits et des bouches de chaleur aux endroits où il est nécessaire.

Je le veux bien; mais que M. Grandjean n'aille pas porter sa machine aux gens du chemin de Lyon.

PRODUCTION DE L'OXYGÈNE.

M. Kirkpatrick veut faire mieux que M. Tessié du Motay. Mais je lui souhaite d'aller plus vite en besogne que l'homme au permanganate; j'attends toujours dans mon escalier la lumière radieuse de M. du Motay; je ne vois rien briller.

M. Kirkpatrick veut, lui, produire le gaz oxygène à la température ordinaire de l'air, c'est-à-dire diminuer le prix de la production et permettre ainsi d'utiliser ce gaz dans l'industrie.

Ce sont de bonnes intentions, et l'oxygène doit en savoir beaucoup de gré à M. Kirkpatrick; mais je doute bien que l'auteur ait encore saisi le mot de l'énigme.

J'énonce simplement la méthode de M. Kirkpatrick; on la jugera facilement.

M. Kirkpatrich ajoute de l'oxyde hydraté ou un sel hydraté quelconque, ou autre composé hydraté de cobalt ou de nickel, ou un mélange de ces substances, à un hypochlorite soluble, par exemple l'hypochlorite de chaux, celui de potasse ou de soude ou de baryte, etc. Le composé ou les composés de cobalt ou de nickel, venant en contact avec un hypochlorite ou plusieurs hypochlorites, se décomposent, donnant naissance à un précipité noir de suroxyde à l'état hydraté. Ce précipité, agissant sur l'hypochlorite, rend libre l'oxygène contenu dans ce dernier. Le gaz oxygène se dégage avec effervescence et on peut le recueillir dans un gazomètre. M. Kirkpatrick emploie de préférence l'hypochlorite de chaux.

CONSTRUCTION DES RETORTES, MOUFLES ET POTS EMPLOYÉS POUR LA RÉDUCTION DES MINERAIS DE ZINC.

M. Borgnet munit les retortes, etc., de conduits qui sont destinés à faire circuler l'air et qui peuvent être ménagés dans la partie supérieure, la partie inférieure et les côtés de retortes, ou régner seulement dans leurs parois supérieure et inférieure ou même dans la seule paroi inférieure. Lorsque les retortes sont disposées dans le four, ces conduits communiquent avec la cheminée par leur partie postérieure qui débouche directement dans le four, tandis que leur partie antérieure demeure ouverte. Il s'établit donc dans l'épaisseur des retortes un courant d'air constant qui peut d'ailleurs se régler à volonté, et qui permet de maintenir la température de ces retortes à un degré déterminé.

TRAITEMENT DES MINERAIS DE CUIVRE SULFURÉS.

M. Tessié du Motay finirait par être fatigant, mais c'est M. Tessié du Motay.

Il affirme que son nouveau procédé de traitement des minerais de cuivre pyriteux apporte

une transformation radicale (c'est le mot à la mode) dans les opérations usitées pour le grillage de ces minerais.

Nous verrons bien.

D'après l'inventeur, ce procédé consiste à opérer le grillage du minerai à l'état de fusion au moyen de l'air ou de l'oxygène qui, en même temps, opèrent un brassage mécanique des matières dans un appareil tout spécialement combiné pour cette opération. Préalablement amené à l'état liquide dans un cubilot, le minerai fondu est conduit par une rigole dans l'appareil de grillage et de brassage. Cet appareil se compose en principe de deux capacités communiquant entre elles par un conduit. Plusieurs tuyères portent au sein de la masse fondue des jets d'air ou d'oxygène, et, s'il est nécessaire, simultanément des jets mélangés d'air et de gaz combustibles.

FOURS MÉTALLURGIQUES AVEC CHAUFFAGE AU GAZ ET RÉCUPÉRATEUR DE CHALEUR.

C'est une nouvelle invention de M. Ponsard; elle est digne des innovations qui l'ont précédée avec tant de succès.

Le four de M. Ponsard est principalement applicable à la fusion des minerais de plomb, étain, antimoine, zinc, mercure, etc.; il se compose essentiellement d'un gazogène pour la réduction des combustibles solides à l'état gazeux, d'un four à réverbère muni d'un laboratoire compris entre la sole et la voûte, et enfin d'un appareil récupérateur de chaleur à l'extrémité duquel se trouve une cheminée. Le gazogène, dont la face antérieure est inclinée de 40 à 50 degrés, est muni d'une grille inclinée destinée à recevoir le combustible qui est chargé dans l'appareil par une caisse à valve ordinaire. L'admission du gaz dans la chambre de combustion s'effectue au moyen d'un conduit muni d'une valve de règlement et divisé dans sa partie montante par quatre cloisons que fractionnent le courant de gaz au point où il est rencontré par les jets d'air arrivant du récupérateur de chaleur par le conduit. Le gaz et l'air se mêlent et brûlent, formant ainsi un courant enflammé qui parcourt tout le laboratoire pour sortir à l'extrémité opposée, dans un récupérateur de chaleur placé verticalement et composé de briques à plusieurs trous qui sont espacées entre elles et placées en quinconce, de manière à former des chicanes.

PRÉPARATION LIQUIDE DE L'INDIGO OU INDIGOTINE.

Le procédé de M. de Weweirne consiste dans le produit obtenu par le mélange des substances suivantes :

Indigo......................	1000 grammes.
Gris de zinc................	1000 —
Chlorhydrate d'ammoniaque...	250 —
Garance....................	250 —

Ces matières sont broyées et moulues ensemble.

M. de Weweirne applique l'indigotine (c'est le nom qu'il donne à sa préparation) à la teinture des fils et tissus de lin, coton, chanvre, soie et laine.

TEINTURE AU MOYEN DU PERMANGANATE DE SOUDE.

Pour obtenir sur les tissus de coton, sur les tissus de laine et sur les tissus de coton et laine la couleur jaune-nankin pâle, M. Mouru de Lacotte fait débouillir à l'eau, pendant une heure, la pièce qui doit être soumise à l'opération, et laisse égoutter. Après ce débouillage et l'égouttement, on immerge la pièce dans un bain de permanganate de soude, marquant 1 degré à l'aréomètre de Baumé et chauffé à 30 degrés centigrades; on laisse l'étoffe pendant une demi-heure dans ce bain; ce temps écoulé, on la retire et on la laisse égoutter, puis on fixe la couleur obtenue en passant l'étoffe dans un bain de sulfate de fer; ce bain contient la proportion de 10 pour 100 de la quantité d'eau employée pour le bain. Après cette opération, on lave, puis on fait passer le tissu dans un bain d'acide sulfureux à 1 degré de l'aréomètre de Baumé; on lave ensuite et on laisse sécher.

ABSORPTION DES FUMÉES SULFUREUSES.

Le nouveau procédé d'absorption des fumées sulfureuses, imaginé par M. Cahen, repose sur la propriété bien connue des oxydes de manganèse et du fer métallique; on sait en effet que ces agents absorbent l'acide sulfureux. Tant que le peroxyde de manganèse de moindre qualité peut être obtenu à bas prix, on emploiera de préférence celui-ci, et l'absorption est alors instantanée et peut être rendue complète. Il se forme des sulfates, sulfites et hyposulfates de protoxyde de manganèse; ces sels peuvent déjà trouver un emploi industriel directement. S'il n'en était pas ainsi, on les traiterait par le sel marin, et l'on obtiendrait facilement l'hyposulfate de soude, qui cristallise hors de la solution à la température ordinaire, et le sulfate, qui s'en sépare par un abaissement de température vers 4 degrés. Le procédé peut, par suite, être considéré comme un nouveau moyen de fabrication des sels de soude. Il aura pour effet d'écarter du même coup les fumées sulfureuses qui se dégagent au moment du grillage des sulfures métalliques; en l'introduisant dans les fabriques de produits chimiques, on éliminera les vapeurs d'acide chlorhydrique qui se produisent dans la fabrication du sulfate de soude.

UTILISATION DES DÉCHETS DE TANNERIE.

Les résidus des tanneries, connus sous le nom de tannée, vieux tan, ont déjà reçu quelques applications, mais jusqu'ici des applications sérieuses de ces débris n'ont pas été proposées. D'énormes quantités de cette matière se perdent annuellement au grand détriment du tanneur, pour lequel elle devient souvent un véritable embarras à cause de l'encombrement qu'elle produit. M. Dewilde a eu l'idée de soumettre la tannée à un traitement industriel nouveau et complet, en vue d'en retirer plusieurs produits commerciaux. Son procédé opératoire peut se résumer en quelques mots. Il soumet la tannée à la distillation dans un appareil servant à la distillation du bois. On obtient aussi comme produits de distillation 8 pour 100 environ de goudron végétal, de l'acide pyroligneux renfermant 1.30 pour 100 d'acide acétique glacial rapporté au poids de la tannée sèche et autant d'esprit de bois; il reste en outre un résidu de 33 pour 100 de charbon.

POUDRE DE MINES.

Il n'y a guère de nouveauté dans le produit de MM. de Terré et de Mercader. Comme toujours, ce sont les substances ordinaires qui forment la composition.

Cette composition est un mélange de sciure de bois de quelque espèce que ce soit, d'azotate de soude, d'azotate de potasse, de soufre sublimé, de poudre impalpable de charbon de terre, houille et lignite, dans les proportions qu'expliquent les formules suivantes.

Dans les carrières de marbre ou de granit, les bifurcations et terrassements de pierres dures, les inventeurs adoptent :

Sciure de bois	12.50
Azotate de potasse	67.50
Fleur de soufre	20.00
	100.00

La seconde composition est applicable à l'exploitation de minéraux et carrières de plâtre et chaux; elle se formule ainsi :

Sciure de bois	11.00
Azotate de potasse	51.50
Azotate de soude	16.00
Charbon de terre, houille ou lignite, en poudre impalpable	1.50
Soufre sublimé	20.00
	100.00

A ces deux recettes les inventeurs attribuent un nom quelque peu prétentieux; leur composition s'appelle *pyrolithe humanitaire*. O dérision! (1)

(1) Les inventeurs, qui ont pris un brevet pour cette poudre, viennent de le perfectionner tout récemment. En date du 9 février 1872, dans un certificat d'addition, ils adoptent la formule suivante :

AUTRE POUDRE DE MINES.

D'après M. Oller, la poudre qu'il proposerait serait inexplosible : sa composition s'appelle *pudrolythe ;* elle est, ainsi que l'indique son nom, destinée exclusivement à l'art des mines, des carrières, etc., etc.

Elle a la composition suivante :

Azotate de potasse	66.00
Chlorate de potasse	2.50
Fleur de soufre	20.00
Charbon de bois	3.50
Noir animal	2.00
Sciure de bois	6.00
	100.00

C'est bien complexe.

Rien d'inexplosible du reste, à mon avis, puisque le chlorate de potasse figure dans la composition.

Une fois toutes ces matières réunies et bien pulvérisées, M. Oller les mélange au moyen d'appareils spéciaux, et il reste une poudre verdâtre.

Que M. Oller ne se fasse pas casser la tête !

AUTRE POUDRE DE MINES.

La composition de M. Robaudi s'appelle *brise-rocs* : on pourrait dire aussi *brise-têtes.*

Cette composition s'obtient par le mélange intime et bien pulvérisé d'azotate de potasse, d'azotate de soude, de soufre, de chlorure de sodium, de houille, de substances ligneuses, par exemple, la sciure de bois, les résidus d'écorces provenant des tanneries, crottin de cheval desséché, etc., etc.

Rien de nouveau non plus; beaucoup d'embarras et peut-être médiocre résultat. Je ne vois guère l'utilité du sel de cuisine et..... du crottin de cheval déjà employé il y a quelques années par un faiseur de poudres. Pourquoi pas autre crottin?

Les proportions adoptées par M. Robaudi varient suivent la nature de la roche qu'il s'agit d'attaquer. Le dosage usuel est ainsi composé :

Azotate de potasse	40.00
Azotate de soude	20.00
Soufre	15.00
Chlorure de sodium	1.00
Houille	5.00
Matières ligneuses	15.00
	100.00

PROCÉDÉ POUR DÉSUINTER LA LAINE, LE CRIN, LES PEAUX, FOURRURES, LA PLUME, LES TISSUS DE LAINE ET AUTRES SUBSTANCES SIMILAIRES.

MM. Simonin et Coffin prennent un hydrocarbure léger quelconque provenant de la distil-

---

Azotate de potasse	18.00
Azotate de soude	47 00
Carbonate de soude	3.00
Soufre sublimé	17.00
Sciure de bois	15.00
	100.00

Les inventeurs font varier les substances suivant la nature du minerai jusqu'à réduire à zéro la proportion du salpêtre. Ils se réservent aussi le droit de remplacer le carbonate de soude et le sulfate de soude par le carbonate de magnésie et le sulfate de magnésie.

Tout cela ne me paraît pas propre à améliorer l'invention de MM. de Terré et de Mercader. A quoi bon cette nouvelle recette ? Les auteurs prétendent que le carbonate de soude et le sulfate de soude ont pour effet de dépouiller de sa qualité hygrométrique l'azotate de soude et de neutraliser l'odeur produite par l'acide sulfureux. Voilà une singulière manière de faire ! A. J.

lation du pétrole, par exemple le naphte, la benzine, la benzole et la gazoline, et ils appliquent la vapeur provenant de cette distillation à la laine ou autres substances qui doivent être nettoyées. Pour cet effet, ils distillent l'hydrocarbure et ils font passer la vapeur qui en provient par la partie supérieure à travers la laine ou peau qui est disposée sur un grillage ou râtelier. Cette partie de la vapeur qui prend l'huile et la graisse est déposée, condensée en bas dans un récepteur, comme hydrocarbure liquide conservant l'huile et la graisse en dissolution. Ce liquide est alors distillé de nouveau, et l'huile et la graisse restent au fond de l'alambic. L'hydrocarbure ainsi séparé de la graisse est passé dans un condenseur, et, après cette opération, il est prêt pour un nouvel emploi, ou il peut être immédiatement employé pour nettoyer une nouvelle quantité de laine ou de crin sans condensation préalable. La portion de vapeur d'hydrogène carburé qui a traversé la laine sans prendre de l'huile ou graisse, et qui, par conséquent, n'a pas été condensée, peut alors être condensée ou être de nouveau employée immédiatement. Au moyen de ce procédé, l'huile naturelle ou graisse de crin ou laine, etc., qui a été perdue jusqu'à ce jour, est recueillie, et elle peut être purifiée pour être employée dans le commerce.

Ce procédé est aussi plus efficace que celui qui consiste à laver dans l'hydrocarbure liquide la substance à nettoyer, parce que la vapeur pénètre beaucoup mieux dans toutes les parties de laine que ne peut le faire le liquide.

ENCRE DES ÉCOLES.

Tel est le nom dont MM. Coupier et Collin baptisent leur encre nouvelle.

Je lis dans le *Compte-rendu* de la séance générale (12 avril) de la *Société d'encouragement pour l'industrie nationale :*

« PRIX DE 1,000 FRANCS POUR LA FABRICATION D'UNE ENCRE N'ATTAQUANT PAS LES PLUMES MÉTALLIQUES ET AYANT TOUTES LES QUALITÉS DES BONNES ENCRES ORDINAIRES.

« *Aucun concurrent n'ayant satisfait aux conditions du programme, le prix n'est pas décerné et est retiré du concours.* »

Et cependant je lis plus bas :

« Une somme de 500 francs est accordée, à titre d'encouragement, à MM. Coupier et Collin, qui ont le plus approché du prix, en présentant leur *encre des écoles, qui n'attaque pas les plumes métalliques et ne laisse pas de tache de rouille sur le linge.* »

Quelle que soit la générosité des gens qui ont accordé 500 francs à MM. Coupier et Collin (lesquels n'en ont guère besoin), j'estime que cette gratification, par suite de la restriction qui l'accompagne, ne me semble guère faire valoir la marchandise des deux industriels.

Le brevet principal de M. Coupier, relatif aux couleurs d'aniline, date du 17 septembre 1867; dans son certificat d'addition, en date du 20 octobre 1871, il décrit laconiquement de la manière suivante l'*encre des écoles :*

« Je revendique toutes les applications du noir breveté à la teinture, à l'impression, aux couleurs, etc., etc. Parmi les applications générales des couleurs, je citerai la fabrication des encres de toute espèce, encre à écrire, encres typographiques, encres lithographiques, etc., etc. »

Excellente rédaction de brevet; c'est d'un parfait laconisme. L'encre répond-elle à tout cela?

Je le désire, monsieur Coupier; je le souhaite, monsieur Collin.

STÉNOGRAPHIE MÉCANIQUE.

M. Gensoul a beaucoup fait parler d'un système de sténographie imaginé par lui et d'un appareil qui en est la réalisation pratique.

Lorsque l'on entend un discours, l'oreille est successivement frappée par des sons divers qu'on appelle syllabes; on doit donc considérer la syllabe comme l'unité de parole. D'autre part, lorsque l'on veut exprimer la parole par l'écriture, on est amené à analyser la manière dont fonctionne l'organe qui émet les syllabes, et on arrive à exprimer les divers éléments

de ces sons par des lettres. Ainsi, la lettre est, en réalité, l'unité d'écriture. C'est de cette différence d'unité que provient la lenteur avec laquelle la parole est traduite en écriture. Cette lenteur a deux causes différentes : 1° l'obligation de tracer trois ou quatre lettres pour représenter un son émis instantanément; 2° le temps nécessaire pour effectuer le dessin qui forme chaque lettre. Ces deux causes réunies rendent l'écriture environ sept fois plus lente que la parole.

Il y a longtemps que ces inconvénients ont attiré l'attention des chercheurs. En des temps lointains, aux jours où la pensée, ailée, légère, prit l'allure cursive de l'écriture, où elle s'incarna sur le papyrus, se fixa en manuscrits, en parchemins, en feuilles volantes; aux jours où le verbe sacré, dégagé du bégayement des livres, se transforma et se transmit de main en main; où l'éloquence se répercuta d'échos en échos sous le stylet des scribes et la plume des bénédictins, des sages, des philosophes, les mécaniciens du temps s'ingéniaient à tracer rapidement sur le papier les paroles des orateurs; les mains et les lèvres rivalisaient de vitesse. C'est l'histoire de la sténographie, cet art dédaigné à tort, comme l'est souvent celui de l'écriture.

On a cherché d'une multitude de manières à perfectionner l'art de la sténographie, mais on ne s'est occupé que de la seconde des causes signalées plus haut, et on a remplacé les figures compliquées qui constituent les lettres usuelles par des signes d'une exécution plus rapide. Mais ce perfectionnement, qui permettait de doubler à peu près la vitesse de l'écriture, était encore loin de remplir les conditions exigées. C'est alors que sont intervenus divers systèmes abréviatifs, par exemple, l'écriture phonétique, la suppression des articles, la réduction des mots à leur radical, l'omission des voyelles, etc., etc. Par ces divers artifices, un sténographe habile peut suivre la parole, avec une grande contention d'esprit, pendant quelques minutes seulement; et, pour obtenir la reconstitution intégrale du texte, il est forcé de se mettre immédiatement au travail et de faire appel à toute sa mémoire, à toute son intelligence.

Or, la sténographie mécanique supprime les deux causes qui rendent l'écriture incapable de lutter de vitesse avec la parole. Au lieu d'écrire successivement et une à une les lettres d'une syllabe, elle les frappe toutes simultanément, d'un même coup, et ainsi elle assimile parfaitement l'écriture à la parole.

L'appareil de M. Gensoul se compose de trois petits claviers juxtaposés, contenant quatre touches doubles, dont les combinaisons diverses suffisent pour représenter toutes les consonnes et les voyelles. Le clavier situé à gauche, qui occupe les quatre derniers doigts de la main gauche, est affecté aux consonnes initiales des syllabes; le clavier de droite exprime les consonnes finales; le clavier du milieu, qui est mis en mouvement par les pouces des deux mains, exprime les voyelles médianes. Deux touches supplémentaires sont mises en action par les poignets, et la touche de droite représente l'*e* muet.

En se servant de cet instrument, l'opérateur frappe d'un seul coup toutes les lettres d'une syllabe, comme le pianiste frappe simultanément toutes les notes de l'accord harmonique qu'il veut produire, et cette opération ne prend pas sensiblement plus de temps que l'émission de la voix qui a articulé cette syllabe.

Le mécanisme de l'appareil est disposé de manière que chaque touche, en se mouvant, fasse abaisser un caractère qui, après s'être imbibé d'encre en traversant un pinceau longitudinal, s'imprime sur une bande de papier que déroule continuellement un mouvement d'horlogerie et que retient cependant un instant un petit ressort au moment où la touche s'abaisse pour imprimer un caractère.

Les signes sont donc aussi rapides qu'on peut le désirer; ils sont tracés avec la même perfection, quelle que soit la rapidité du jeu; ils sont complets et représentent textuellement le discours sténographié.

Les bandes qui les portent peuvent être lues à toute époque, par toute personne connaissant l'alphabet employé, sans qu'il y ait lieu de recourir à la mémoire de l'auditeur pour compléter le texte.

Un exercice de quelques mois suffit pour que l'opérateur suive la parole.

La sténographie mécanique n'occasionne ni contention d'esprit, ni fatigue sensible. On

peut, avec cet appareil, sténographier indéfiniment; on n'aurait pas tort de dire qu'il photographie la parole.

Je me reporte par la pensée à ce jour de Dieu où le langage, versé dans l'homme comme une eau céleste, coula pour la première fois dans la chaleur et dans la teinte constituant l'individualité. Plus tard, quelqu'un vint qui se proposa de donner la perpétuité à la parole, de transmettre aux âges les pensées exprimées, de fixer et recueillir ce qui sort de l'âme humaine dans la portée de la voix. L'écriture naquit. L'homme, dès lors, ne devait pas périr tout entier : il laissa trace après lui, non de ses actions seulement, mais aussi de ses moindres mots, de ses plus fugitives pensées; la personnalité humaine traversa plus que l'espace et la distance, elle traversa le tombeau même et franchit l'éternel et froid silence de l'oubli. Le papier insensible reçut les confidences de l'homme, les épanchements de son cerveau et les secrets de son cœur : il l'émeut à son tour, il l'anime, il palpite, il prend vie comme s'il avait conscience de sa mission; il sera la source où viendront puiser les âmes altérées de savoir, il portera aux enfants le témoignage écrit de l'aïeul et fera communier les générations dans les agapes de l'écriture. Et voici qu'un vaticinateur plus hardi, plus universel et plus fort, plus humain, plus clément, découvre l'imprimerie, fait circuler à son tour l'écriture comme le sang vital des sociétés. Le plomb, réduit et dompté, devient notre vassal; il obéit à son maître avec une passivité soumise. Les caractères, fondus, réunis, liés ensemble, se relèvent en lettres et composent l'alphabet. Le papier, moite encore, pressuré sous les cylindres de bois, sort, rejaillit comme un trait de lumière. Gloire de l'industrie, fécondité des sciences et des arts, la presse, cette machine d'idées, a accompli à elle seule la plus grande des révolutions humaines. Il y a un monde au delà et un monde en deçà; elle est la croix sur laquelle s'est consommée l'œuvre du réveil et de l'éducation des peuples. L'intelligence, incarnée et sublime, s'y est clouée d'elle-même et y a, de son flanc à jamais déchiré, fait jaillir le flot sauveur; elle crie sa soif, elle s'épuise, elle jette son soupir, mais c'est pour renaître et enfanter; sur l'obscure poussière rayonne l'idée ressuscitée.

Et un jour viendra où d'elle-même la parole fugitive, insaisissable, sera fixée sur le papier. L'orateur parlera, et en face de lui, ou dans un coin écarté de la salle, les sons émis, paroles immortelles, apparaîtront magiquement retracés avec l'instantanéité de l'éclair électrique. Mais peut-être encore ce génie sublime, plus hardi que Gutenberg, dort dans le sein de l'avenir, et il ne nous sera pas donné à nous autres, enfants de ce siècle encore barbare, de nous écrier à la vue de ce prodige : *Quia viderunt oculi mei salutare tuum!*

Ainsi pensais-je en étudiant l'engin de M. Gensoul. C'est déjà un acheminement vers le grand but, et l'appareil, dès à présent complet, fonctionnant d'une manière normale, est une preuve irréfutable d'un progrès accompli. On peut déjà lire des discours sténographiés de cette manière. Il me semble que l'on pourrait en faire utilement l'essai à l'Académie des sciences, à l'Assemblée nationale, partout enfin où se prononcent de grands mots, où se discutent de grandes choses, où il s'agit de prendre la parole sur le fait, de la saisir au collet et de l'appliquer étendue de vive force sur le papier.

L'usage qui sera fait de la machine de M. Gensoul amènera certainement, dans l'avenir, des perfectionnements utiles et des applications nouvelles; on peut prévoir, par exemple, que, en la mettant en communication avec un appareil télégraphique, on télégraphierait un discours et l'imprimerait, à une distance quelconque, avec la même rapidité que pour son tracé par le sténographe sur la bande de l'appareil, etc., etc.

APPAREIL POUR LA PRODUCTION DE L'OZONE.

M. Houzeau, le laborieux savant, a honoré le fameux ozone d'une attention suivie pendant plusieurs années, et il est arrivé avec des moyens originaux à produire cet élément en grande quantité. C'est à M. Houzeau que l'on doit les observations les plus curieuses sur l'ozone et les études les plus minutieuses sur les conditions nécessaires à sa fabrication.

L'ozone a été signalé en 1785 comme provenant de l'étincelle électrique; mais c'est seulement en 1840 que l'attention des chimistes a été attirée sur ce corps par les travaux de M. Schœnbein, qui a étudié ses propriétés, a indiqué d'une manière plus précise les moyens

convenables pour le produire et lui a donné le nom encore aujourd'hui adopté, à cause de l'odeur pénétrante qui lui est propre; cette odeur, on le sait, rappelle celle qui se dégage pendant la combustion lente du phosphore humide et au moment de la production des étincelles électriques d'une grande intensité.

Ce corps, qui a successivement été considéré comme une modification, une électrisation de l'oxygène, ou comme un composé contenant l'oxygène dans un état particulier, n'a jamais pu être isolé et est toujours mélangé avec un très-grand excès d'oxygène ou d'air atmosphérique.

C'est le plus puissant de tous les agents d'oxydation connus jusqu'ici. Il oxyde instantanément l'argent et tous les métaux oxydables; comme le chlore, il détruit toutes les matières colorantes organiques, mais il a sur lui l'avantage de ne pas laisser dans les tissus des produits chlorés qui peuvent causer plus tard leur destruction. En présence de l'eau, il oxyde directement le chlore, l'iode et le brome; avec une base énergique, il oxyde l'azote et produit des azotates; avec l'ammoniaque, il produit aussi de l'acide azotique; il peroxyde la plupart des sous-oxydes, tels que l'acide sulfureux, les oxydes inférieurs de fer; il décompose les iodures avec production d'iode, et il change instantanément en mélange bleu le mélange d'iodure de potassium et d'amidon. Cette dernière propriété a donné le moyen de faire un papier sensible pour en déceler la présence et pour en apprécier la quantité par l'intensité de la teinte bleue qu'il produit.

L'ozone détruit les miasmes putrides et arrête immédiatement les putréfactions. Par son emploi, on a pu conserver les viandes fraîches et saines pendant trois semaines, tandis que des parties des mêmes substances, livrées à elles-mêmes, étaient déjà profondément altérées après trois jours. Il est beaucoup répandu dans la nature et existe en petite quantité dans l'atmosphère; l'air, à la campagne, surtout le matin, en est pénétré, et c'est à lui qu'il doit ses propriétés bienfaisantes et les sensations agréables qu'il fait éprouver. Il a un rôle important dans un grand nombre de phénomènes de la nature et paraît avoir une action spéciale sur la végétation. Sa solubilité dans l'eau est très-faible; il est d'une conservation difficile; sa conservation et sa production paraissent d'autant plus faciles que la température est plus basse.

Les orages, les coups de tonnerre, les actions électriques puissantes, le produisent en grande quantité; plusieurs autres causes naturelles, encore peu connues, doivent aussi avoir cette production pour résultat. Il apparaît en quantité notable quand on fait naître un grand nombre d'étincelles électriques dans un tube rempli d'oxygène. La décomposition de l'eau, fortement acidulée par quelques éléments de Bunsen à une basse température, donne de l'oxygène chargé d'ozone.

M. Houzeau a montré que l'oxygène, à l'état naissant, possède les propriétés de l'ozone, et ce fait explique un moyen de préparer de l'oxygène ozonisé : ce moyen consiste à faire agir, à froid, de l'acide sulfurique sur le bioxyde de baryum. On peut aussi avoir de l'air ozonisé par la combustion lente qui se produit, lorsque l'on introduit dans un ballon, à une basse température, des bâtons de phosphore à moitié plongés dans de l'eau.

L'appareil qu'emploie M. Houzeau est fondé sur l'action de l'étincelle électrique, et a pour objet de soumettre l'oxygène à cette action dans les meilleures conditions. Il consiste en un tube de verre, mesurant une longueur de 1 mètre, dans lequel passe un fil de cuivre; à l'intérieur, ce fil est revêtu d'une feuille métallique sur laquelle est enroulé un fil semblable. Dans ces deux fils on fait passer le courant produit par une forte bobine munie d'un commutateur qui rend le courant direct. Un petit gazomètre envoie dans ce tube un écoulement lent et continu d'oxygène qui se trouve ainsi en contact prolongé avec le fil intérieur, et, à sa sortie dans une cuve à eau, le gaz est chargé d'ozone.

Les détails de construction de l'appareil peuvent être modifiés de manière à recueillir l'ozone qui se produit sur la garniture extérieure, à employer des réfrigérants qui abaissent la température, etc.

Par ces moyens, M. Houzeau parvient à obtenir de l'oxygène contenant $0^{gr}.060$ à $0^{gr}.080$, et même, dans certains cas, $0^{gr}.188$ d'ozone par litre, tandis que, avec les procédés employés jusqu'ici, on n'obtenait que $0^{gr}.010$ à $0^{gr}.015$ d'ozone par litre de gaz.

Dans cet état de concentration, l'ozone produit déjà des phénomènes très-intenses; son odeur est vive et piquante; il ne peut pas être respiré ainsi sans danger; des crachements de sang, un violent et durable rhume de cerveau, et d'autres symptômes, montrent toute l'énergie de son action. Il oxyde une lame d'argent poli, qui immédiatement se recouvre d'une couche noire de rouille; il décolore l'indigo, le rouge d'aniline, etc.

On doit espérer que les moyens de préparation de ce corps remarquable se perfectionneront, et, lorsqu'il sera à bon marché, quand il pourra être d'un usage vulgarisé, l'industrie sera dotée de l'agent chimique le plus énergique.

Une médaille de platine vient d'être offerte à M. Houzeau par la Société de la rue de l'Abbaye. Jamais médaille ne sera mieux méritée.

GRAISSAGE DES LAINES.

M. Dejon prend le mélange suivant :

Plantes de guimauve	1000 grammes.
Eau	15000 —
Chlorure de sodium	250 —

et le soumet à la cuisson pendant trois heures.

L'huile obtenue par cette manipulation est ensuite mélangée, moitié par moitié, soit avec l'huile d'oléine, soit avec l'huile d'olive. On se sert de ce mélange pour huiler les laines, comme on le fait avec l'huile ordinaire.

MÉCANISME D'HORLOGERIE.

M. Leclanché a inventé un contact électrique, appliqué à l'horlogerie, qui est d'une construction très-simple. On peut procéder de la manière suivante.

On prend un petit barillet en verre dont on divise la capacité intérieure en deux chambres, à l'aide d'une cloison verticale également en verre, percée d'un trou à sa partie supérieure. On ferme ce barillet, aussi hermétiquement que possible, après avoir introduit dans chaque chambre du mercure jusqu'à la moitié de la hauteur environ, et une petite quantité d'un gaz ou d'un liquide réducteur, par exemple, l'hydrogène, l'alcool, l'aldéhyde, la benzine, etc.; puis on met le mercure de chaque chambre en communication avec les pôles de la pile.

BATTERIE ÉLECTRIQUE.

Avec sa batterie électrique, M. Weber se propose de diminuer le prix de revient de l'électricité, d'unir à de l'énergie des effets constants et de la résistance à une grande quantité de force électro-motrice; il se propose aussi d'en rendre la durée permanente, l'entretien facile et la manipulation commode, sûre. L'emploi et l'application du graphite dans la construction des éléments de batteries électriques en général, soit comme électrode, soit comme corps réducteur en présence des oxydes et dans certaines solutions oxygénées, forment une des clauses spéciales de réserve inhérentes au brevet de M. Weber. La structure particulière de ces éléments de pile électrique et la suppression du vase poreux caractérisent cette invention ainsi que les effets que l'on en obtient. Les électrodes de ces éléments de piles sont composées de plaques ou disques, ou plaques et disques en charbon calciné, et de zinc amalgamé. Une charge génératrice de l'électricité, employée dans ces éléments de pile, se compose d'un mélange de graphite et de peroxyde de manganèse. Le liquide excitateur est une dissolution, à saturation complète, de chlorure de sodium ou de chlorhydrate d'ammoniaque. La sciure de bois est employée pour milieu isolant qui sépare les anodes.

Dans un certificat d'addition, rédigé quelques jours après, M. Weber substitue au mélange de graphite et de peroxyde de manganèse un mélange de graphite et de coke de cornue à az concassé.

RECHERCHES
SUR
LES PROPRIÉTÉS DE DIVERS PRINCIPES IMMÉDIATS DE L'OPIUM.

Par M. le docteur Rabuteau.

(Présentées à l'Académie des sciences dans sa séance du 22 avril 1872.)

Les beaux travaux de M. Claude Bernard sur les alcaloïdes de l'opium nous ont appris qu'il existait des différences notables entre ces divers principes expérimentés chez les animaux. Ils ont démontré que trois d'entre eux seulement étaient soporifiques (la narcéine, la morphine et la codéine); qu'ils étaient tous toxiques à haute dose et à des degrés divers; qu'ils étaient tous convulsivants, excepté la narcéine. Il était intéressant d'étudier ces mêmes principes comparativement chez l'homme et chez les animaux, non-seulement au point de vue de leurs propriétés soporifiques et de leur énergie, mais au point de vue de leurs effets analgésiques et anexosmotiques; car nous employons l'opium plus souvent pour calmer la douleur et arrêter les flux intestinaux que pour procurer le sommeil.

Mes expériences, qui sont au nombre de près de 150, ont été faites sur l'homme sain ou malade, sur les chiens, les lapins et les grenouilles. J'ai étudié non-seulement les six principaux alcaloïdes de l'opium, mais l'acide méconique et la méconine. Ces diverses substances étaient tantôt ingérées dans le tube digestif, tantôt injectées dans le tissu cellulaire sous-cutané.

§ 1. — Thébaïne.

Cette base, qui a pour formule $C^{19}H^{21}AzO^{3}$, a été découverte dans l'opium par Thiboumery, et a été étudiée ensuite par Pelletier et Couerbe. Elle cristallise en paillettes nacrées presque insolubles dans l'eau, très-solubles dans l'alcool et dans l'éther.

La thébaïne possède une saveur styptique, mais ses sels sont d'une amertume assez franche.

Effets de la thébaïne. — Les accidents que la thébaïne détermine chez les animaux consistent en des convulsions violentes observées, depuis plusieurs années déjà, par Magendie, qui avait vu que l'injection de 5 centigrammes de cette substance dans la veine jugulaire chez un chien faisait succomber cet animal comme s'il avait été empoisonné par la strychnine.

Mais il faut des doses plus fortes de thébaïne pour amener la mort après qu'on l'a injectée dans le tissu cellulaire sous-cutané. J'ai injecté, de cette manière, chez un chien de taille médiocre, 5 centigrammes de cet alcaloïde dissous préalablement dans une goutte d'acide chlorhydrique, et l'animal n'a eu que de légers trépignements. Chez un autre animal de la même espèce, 15 à 20 centigrammes de thébaïne dissoute dans 5 centimètres cubes d'eau acidulée par l'acide chlorhydrique et injectés, dans deux endroits différents, sous la peau déterminèrent des accidents redoutables, des convulsions tout à fait semblables à celles que produit la strychnine : la mort s'ensuivit. Les pupilles n'avaient pas été dilatées, leur diamètre avait au contraire légèrement diminué. Enfin, j'ai observé ces mêmes convulsions et la mort chez des grenouilles sous la peau desquelles j'avais mis une faible quantité de thébaïne. Le chlorhydrate de cette base a déterminé rapidement les attaques tétaniques; mais la thébaïne mise en nature sous la peau les a produites tardivement, par exemple, au bout d'une à deux heures, parce qu'elle est très-peu soluble. Les doses nécessaires pour déterminer les convulsions amènent la mort, tandis que les quantités de strychnine suffisantes pour produire des accès tétaniques ne sont pas nécessairement mortelles chez les grenouilles, qui reviennent peu à peu à l'état normal.

Toutefois, on se tromperait si l'on induisait de ces expériences que la thébaïne fût aussi toxique que la strychnine, du moins chez l'homme. J'ai pris une fois 5 centigrammes, et,

une autre fois, 10 centigrammes de cet opiacé dissous dans l'acide chlorhydrique, puis dans 100 grammes d'eau. Le seul symptôme consécutif à l'ingestion de 10 centigrammes de thébaïne a consisté en un certain trouble de la tête, comme une ébriété sans céphalalgie. Je n'ai remarqué aucune action sur la pupille ni sur le pouls; l'appétit a été excellent, il a été accru. Ce dernier résultat ne présente rien d'étonnant, puisque nous avons vu la strychnine elle-même être prescrite dans certaines dyspepsies; il doit être noté, car nous saurons que la perte d'appétit, les effets nauséeux déterminés parfois par l'administration de l'opium, doivent être attribués à d'autres principes que la thébaïne, qui existe d'ailleurs en faible quantité dans ce médicament. Enfin l'excrétion urinaire n'a pas été modifiée.

Il était intéressant de s'assurer si la thébaïne avait la propriété d'empêcher les courants exosmotiques dirigés vers l'intestin, c'est-à-dire si elle était l'un des principes qui arrêtent la diarrhée et produisent la constipation dans l'administration de l'opium.

Pour cela, j'ai suivi un procédé très-simple, mis en pratique par A. Moreau, dans l'étude de la morphine. J'ai retiré une anse intestinale par une ouverture pratiquée à l'abdomen chez un chien à qui j'avais injecté, sous la peau, 5 centigrammes de thébaïne dissoute dans l'acide chlorhydrique et que j'avais ensuite anesthésié par le chloroforme. Quand cette anse a été vidée par les contractions intestinales spontanées, je l'ai liée en un point, puis j'ai injecté dans sa cavité 5 grammes de sulfate de soude dissous dans 15 centimètres cubes d'eau. L'anse a été liée ensuite à une distance de 20 centimètres de la première, puis elle a été remise dans l'abdomen dont la plaie a été réunie par une suture.

Trois heures après cette opération, l'animal a été sacrifié par la section du bulbe; l'anse intestinale retirée de l'abdomen était tout à fait turgide; elle contenait 68 centimètres cubes de liquide.

La thébaïne n'empêche donc pas les effets des purgatifs : elle n'est pas anexosmotique; par conséquent, elle n'est pas l'un des opiacés qui produisent la constipation ni qui arrêtent la diarrhée.

Cette même base n'est pas soporifique; les résultats constatés sur l'homme sont d'accord, sous ce rapport, avec ceux qu'avait observés M. Cl. Bernard dans ses expériences sur les animaux. Mais elle semble favoriser l'action du chloroforme. En effet, chez le chien soumis à l'opération de l'anse intestinale, j'ai remarqué, pendant et après cette opération, que l'animal était insensible à la douleur, bien qu'il fût complétement éveillé, et que le chloroforme ne fût pas administré de nouveau; nous verrons d'autres alcaloïdes de l'opium augmenter également les effets du chloroforme.

D'ailleurs la thébaïne possède la propriété de faire disparaître à elle seule la douleur. Elle est même parfois *plus analgésique que la morphine chez l'homme*, comme l'ont démontré des observations recueillies dans le service de Sée, où j'ai vu l'injection de 1 centigramme de thébaïne calmer la douleur plus vite et plus longtemps que 1 centigramme de chlorhydrate de morphine.

En résumé : *La thébaïne est convulsivante et toxique, chez les animaux, mais à des doses plus fortes que celles de la strychnine : elle est peu toxique chez l'homme; elle n'empêche pas les courants exosmotiques de l'intestin; elle n'est pas soporifique, mais elle accroît l'action du chloroforme; elle est analgésique.*

§ 2. — Papavérine.

La papavérine ($C^{20}H^{21}AzO^{4}$) a été retirée par Merck de l'opium, où elle se trouve en assez faible quantité. Elle cristallise en prismes complétement insolubles dans l'eau, peu solubles dans l'alcool et dans l'éther.

Les sels de cet alcaloïde sont amers comme ceux de la thébaïne; ils ne sont pas nauséeux.

Effets physiologiques. — La papavérine est beaucoup moins active que la thébaïne. Je n'ai rien observé, ni chez un lapin qui avait reçu sous la peau du dos, en deux endroits, 15 centigrammes de chlorhydrate de cette base, ni chez un chien qui en avait reçu 25 centigrammes. Les battements cardiaques, le diamètre des pupilles restèrent les mêmes; le système nerveux ne parut affecté en aucune manière. Hoffmann avait déjà remarqué l'innocuité relative de cette substance, après l'avoir prise à la dose de 42 centigrammes en trois jours.

Ayant injecté, chez un chien, 20 centigrammes de chlorhydrate de papavérine, puis ayant pratiqué l'opération de l'anse intestinale décrite précédemment, et ayant sacrifié l'animal au bout de trois heures, l'anse ne s'est pas trouvée aussi turgide que le chien qui avait reçu de la thébaïne; néanmoins elle contenait 55 centimètres cubes de liquide. La papavérine n'est donc pas anexosmotique, ce dont je me suis assuré d'une autre manière, en la faisant prendre à des malades atteints de diarrhée; elle n'a pas arrêté le flux intestinal.

D'ailleurs, Liederdorf et Breslauer ont constaté, de leur côté, que cette base, loin de produire la constipation, la faisait disparaître parfois. Ils ont vu en outre que la papavérine, administrée soit par la méthode gastro-intestinale, soit par la méthode hypodermique, ne causait ni nausées, ni vertiges, ni pesanteur de tête; qu'elle diminuait la fréquence du pouls.

Cet alcaloïde n'est pas soporifique chez l'homme; il ne l'est pas non plus, d'après M. Cl. Bernard, chez les animaux. Il paraît néanmoins accroître puissamment l'action du chloroforme. L'animal, sur qui fut faite l'opération de l'anse intestinale, resta dans un calme remarquable, bien que l'on ne continuât pas l'usage de cet anesthésique. Il n'était pas endormi, mais il ne se plaignait pas.

Il semblerait, d'après ces données, que la papavérine fût inoffensive; mais il n'en est rien. A haute dose, elle produit des convulsions qu'on peut observer chez les grenouilles, sous la peau desquelles on a mis 2 à 3 centigrammes de cet alcaloïde ou de son chlorhydrate. Quelques minutes après l'introduction du chlorhydrate qui est très-soluble, on observe chez ces animaux des convulsions soit spontanées, soit provoquées par une cause légère, simplement par le choc de la table sur laquelle ils reposent. De plus, la dose qui produit les convulsions est suffisante pour amener la mort; c'est du moins ce que j'ai vu : de sorte que la papavérine est non-seulemsent convulsivante, mais toxique. Schroff avait remarqué aussi des convulsions chez les grenouilles, sous la peau desquelles il avait injecté 3 centigrammes de chlorhydrate de papavérine (1). D'ailleurs, M. Cl. Bernard nous avait déjà appris que cette substance était loin d'être dénuée d'activité, puisqu'il l'avait placée au second rang dans l'ordre convulsivant, et au troisième rang, au point de vue toxique, parmi les alcaloïdes de l'opium.

En résumé : *La papavérine est peu active chez l'homme à des doses relativement élevées, 20 centigrammes et même plus, mais elle est convulsivante et toxique à haute dose; elle n'empêche pas les courants exosmotiques dans l'instestin; elle n'est pas soporifique, mais elle favorise l'action anesthésique du chloroforme.*

§ 3. — Narcotine.

Cette base, qui a pour formule $C^{22}H^{25}AzO^{7}$, est la première qui ait été retirée de l'opium par Derosne, en 1804. Elle cristallise en prismes droits rhomboïdaux, insolubles dans l'eau froide, à peine solubles dans l'eau bouillante, solubles dans l'alcool et l'éther bouillants ainsi que dans le chloroforme. C'est une base qui donne néanmoins, avec les acides forts, des sels parfaitement définis. La saveur de ces sels est amère, un peu acerbe, mais nullement nauséeuse.

Effets physiologiques. — D'après M. Cl. Bernard, la narcotine est la moins toxique des bases de l'opium et occupe le troisième rang dans l'ordre convulsivant. Les expériences nombreuses que j'ai faites, tant sur l'homme que sur les animaux, viennent appuyer les assertions de notre grand physiologiste.

J'ai pris en une fois, ce qui n'avait pas encore été fait, *40 centigrammes* de narcotine dissoute dans l'acide chlorhydrique, soit près de 43 centigrammes du chlorhydrate de cette base, dans 120 grammes d'eau. A part la saveur amère des sels de l'opium, je n'ai rien ressenti, pas même les vertiges du trouble léger que l'on éprouve dans la tête après l'ingestion de 20 centigrammes de thébaïne ingérée de la même manière; je n'ai observé qu'une très-légère contraction de la pupille. L'appétit est demeuré parfait. Les urines n'ont été éliminées ni en moindre, ni en plus grande quantité : il n'y a eu ni diarrhée ni constipation.

Cette expérience, ainsi que celle de Bailly qui est arrivé à en donner jusqu'à 3 grammes en plusieurs doses *dans les vingt-quatre heures;* enfin les observations que j'ai recueillies en administrant le chlorhydrate de narcotine à des doses de 5 à 20 centigrammes, prouvent que

(1) Schroff, *Lehrbuch der Pharmacologie*, Vienne, 1869.

cette substance est peu active chez l'homme. Mais, à très-haute dose, elle révèle chez les animaux des propriétés qui la rapprochent de la papavérine et de la thébaïne, tout en la laissant à une grande distance de ces alcaloïdes, surtout du premier. Ainsi, 2 à 3 centigrammes de chlorhydrate placés sous la peau d'une grenouille produisent, au bout d'une demi-heure, des convulsions qui ne sont qu'un diminutif des convulsions strychniques; la narcotine est, si l'on peut s'exprimer ainsi, la brucine des opiacés convulsivants. De plus, les grenouilles ne meurent pas; vingt-quatre heures après l'expérience elles sont presque revenues à l'état normal; on n'observe alors qu'une légère roideur dans les mouvements.

Ayant injecté sous la peau, chez un chien, 5 centigrammes de chlorhydrate de narcotine, puis ayant mis dans une anse intestinale longue de 20 centimètres, 4 grammes de sulfate de soude cristallisé dissous dans 20 grammes d'eau, cette anse contenait, au bout de trois heures, 39 centimètres cubes de liquide. La narcotine, de même que la papavérine et la thébaïne, n'empêche donc pas les courants exosmotiques de l'intestin, ce dont je me suis assuré autrement. J'ai donné plusieurs fois, soit dans le service de G. Sée à la Charité, soit dans d'autres hôpitaux, 5 à 20 centigrammes de chlorhydrate de narcotine à des malades atteints de diarrhées de diverses natures. J'ai fait prendre en ma présence le médicament; or, dans près de 20 cas où je l'ai administré, la diarrhée a été arrêtée une seule fois, ce qu'il fallait nécessairement considérer comme accidentel.

Chez aucun des malades la narcotine n'a paru exercer une action soporifique, ce qui est conforme aux données de M. Cl. Bernard d'après ses expériences faites sur les animaux. D'un autre côté, elle ne paraît guère être analgésique, ni apte à prolonger l'insensibilité chloroformique. Ainsi, elle n'a point semblé émousser la douleur chez le chien soumis à l'opération de l'anse intestinale.

En résumé : *La narcotine est très-peu toxique et beaucoup moins convulsivante que la thébaïne et la papavérine; elle n'empêche pas les courants exosmotiques dans l'intestin; elle n'est pas soporifique, elle ne paraît pas être analgésique ni accroître l'action du chloroforme.* Sa dénomination (de ναρκόω, j'engourdis) est donc défectueuse, puisqu'elle ne produit rien d'appréciable chez l'homme à la dose de 40 centigrammes.

§ 4. — Codéine.

La codéine ($C^{18}H^{21}AzO^{5}$), découverte par Robiquet en 1833, cristallise en octaèdres ou en prismes quadratiques qui n'exigent, pour se dissoudre, que 80 parties d'eau froide et 17 parties d'eau bouillante. Elle est donc le plus soluble des alcaloïdes de l'opium; elle se dissout facilement dans l'alcool et dans l'éther. Cette base, ainsi que ses sels, ont une saveur amère, légèrement acerbe et nullement nauséeuse.

Effets physiologiques. — Ingérée, en une fois, à la dose de 5 centigrammes, dissoute dans l'acide chlorhydrique, la codéine détermine, au bout d'une demi-heure à une heure, quelques symptômes tels que : pesanteur de tête, obscurcissement des idées, ainsi qu'une *certaine faiblesse dans les membres inférieurs.* Ces accidents cessent bientôt, mais leur apparition indique que la codéine est plus active que les alcaloïdes précédents. Les pupilles sont très-légèrement contractées, il se produit parfois une congestion de la rétine. Le pouls ne change pas. L'appétit demeure intact; la bouche reste humide comme d'ordinaire.

Ingérée, en une fois, à la dose de 15 centigrammes, dissous dans l'acide chlorhydrique, dans un verre d'eau, elle a produit chez moi, au bout d'une demi-heure à une heure, une certaine fatigue musculaire accompagnée de démangeaisons, notamment dans les extrémités des membres, une contraction notable de la pupille qui a duré plus d'un jour ; elle n'a pas provoqué le sommeil.

La codéine ne produit ni diarrhée ni constipation. En effet, elle n'est pas anexosmotique. Ayant mis 5 grammes de sulfate de soude pour 15 grammes d'eau, dans une anse intestinale de 25 centimètres de longueur, chez un chien qui avait reçu, sous la peau, 5 à 6 centigrammes de codéine, cette anse contenait, au bout de trois heures et demie, 70 centimètres de liquide.

Une observation rapportée par Brard (de Jonzac) (1) semblerait d'ailleurs prouver les effets

(1) *Société médicale de Jonzac*, 1868-1869.

toxiques de la codéine à haute dose. Un homme âgé de quarante-trois ans avait pris, en vingt-quatre heures, un flacon de sirop de codéine renfermant, dit-on, $0^{gr}.125$ de cet alcaloïde ; quatorze heures après il mourait dans le coma. Toutefois, pour que cette observation fût rigoureuse, il faudrait posséder des données précises sur la qualité et la quantité du principe actif contenu dans la liqueur ingérée. Je ne puis admettre, pour ma part, que la codéine soit toxique chez l'homme à cette dose, car j'ai eu la preuve du contraire; il est indubitable que ce *sirop* dit *de codéine* devait renfermer de la morphine, qui coûte moins cher. Défions-nous donc des produits dont nous ne sommes pas sûrs et qui sont souvent la cause de désaccords entre physiologistes.

La codéine n'est pas soporifique chez l'homme aux doses de 5 à 15 centigrammes, mais elle le devient au-delà de ces dernières, qu'il est bon cependant de ne pas dépasser. Ces mêmes doses font dormir les chiens; toutefois, d'après les expériences de M. Cl. Bernard, le sommeil n'est jamais aussi complet que celui qui est produit chez eux par la morphine, et surtout par la narcéine. L'animal a plutôt l'air d'être calme que d'être endormi; il peut toujours être réveillé facilement, soit par le pincement des extrémités, soit par le moindre bruit qui se fait autour de lui; si le bruit est fort, il tressaille des quatre membres et cherche à s'enfuir. Enfin, lorsque le réveil a lieu, les animaux sont dans leur humeur naturelle; ils ne présentent ni cet effarement ni cette paralysie du train postérieur qui succèdent à l'emploi de la morphine.

La codéine émousse beaucoup moins la sensibilité que la morphine; elle ne rend pas, comme celle-ci, les nerfs paresseux; de sorte que, pour les opérations physiologiques, la morphine et surtout la narcéine lui sont de beaucoup préférables. Il en est de même chez l'homme d'après mes recherches : l'inoculation de 1 centigramme de chlorhydrate de codéine dans les cas de névralgies, de sciatique par exemple, ne produit presque aucun apaisement de la douleur.

La quantité des urines n'est pas modifiée sous l'influence de cet alcaloïde.

En résumé : *La codéine est dangereuse chez l'homme à de hautes doses; elle est très-peu soporifique, très-peu analgésique et n'empêche pas les courants exosmotiques.* Elle ne mérite donc pas d'être employée.

§ 5. — Narcéine.

La narcéine, $C^{23} H^{29} Az O^9$, a été découverte par Pelletier, en 1832.

Elle cristallise en petits prismes allongés et d'un éclat soyeux, peu solubles dans l'eau froide, plus solubles dans l'eau bouillante, très-solubles dans l'alcool et insolubles dans l'éther. La saveur des dissolutions de narcéine et de ses sels est franchement amère.

Effets physiologiques. — D'après M. Cl. Bernard, la narcéine est la plus soporifique des bases de l'opium, et moins toxique que la thébaïne, la codéine et la papavérine. Le sommeil produit chez les animaux, par exemple, chez un jeune chien qui a reçu 7 à 8 centigrammes de chlorhydrate de narcéine sous la peau, est profond et très-convenable pour les opérations physiologiques douloureuses. Les chiens, affaissés dans un sommeil de plusieurs heures, ne font aucune résistance. Ce sommeil avait été déjà observé par Leconte, après avoir injecté 10 centigrammes de narcéine dans une veine jugulaire chez un chien de grande taille (1).

Après la publication de M. Cl. Bernard, divers médecins, parmi lesquels il convient de citer Béhier, Debout, Laborde, essayèrent la narcéine sur l'homme et constatèrent, à des degrés divers, les propriétés annoncées. Mais Schroff, de Vienne, ayant fait quelques expériences sur l'homme sain ou malade, ne put se convaincre des propriétés hypnotiques de cette base.

La vérité se trouve entre ces extrêmes. S'il est démontré, comme j'ai pu m'en assurer en répétant certaines expériences de M. Cl. Bernard, que la narcéine est plus soporifique chez les chiens que la morphine, il est certain qu'elle l'est beaucoup moins chez l'homme que la morphine, qui l'emporte sous ce rapport. Prise aux doses de 10 à 20 centigrammes par l'homme à l'état de veille, elle ne détermine guère le besoin de dormir; mais chez les ma-

(1) *Comptes-rendus de la Société de biologie*, 1853.

lades qui sont dans le décubitus dorsal, on voit survenir un sommeil prolongé. La narcéine remplace alors avantageusement la morphine ou l'extrait gommeux d'opium; elle produit un sommeil calme et réparateur, suivi d'un réveil éminemment physiologique, après lequel on n'éprouve aucun de ces troubles que détermine la morphine, tels que lassitude, perte d'appétit. Des femmes souffrantes et atteintes d'insomnie ont été si satisfaites du médicament, qu'elles demandaient sans cesse la précieuse substance que je leur avais donnée.

Brown-Séquard a observé un grand nombre de fois, en Amérique, les effets hypnotiques de la narcéine, qu'il a administrée jusqu'à la dose de 25 centigrammes par jour. Il a constamment remarqué ce sommeil calme et réparateur déjà indiqué, mais moins profond que celui de la morphine donnée à des doses vingt fois moindres. La narcéine est donc soporifique chez l'homme, mais beaucoup moins chez les animaux.

Non-seulement la narcéine est hypnotique, mais elle est analgésique et anexosmotique.

Chez une femme de vingt-six ans, atteinte d'un épithélioma du col de l'utérus, et souffrant de douleurs atroces qui la privaient de tout sommeil, on badigeonnait avec du laudanum l'hypogastre, les cuisses qui en étaient toutes jaunes, on injectait même dans le rectum une petite quantité de ce même liquide; mais ces moyens demeuraient infructueux. Je fis alors, dans le vagin, une injection de 40 centimètres cubes d'une solution de chlorhydrate de narcéine au centième. Une heure après la douleur avait disparu; la malade passa la nuit dans un sommeil complet, et le matin à mon arrivée à l'hôpital elle me remercia avec effusion. Les douleurs revinrent malheureusement au bout de trente six heures; il fallait d'ailleurs s'attendre à leur retour, mais la narcéine les fit disparaître de nouveau.

Les propriétés analgésiques de la narcéine avaient déjà été reconnues par Béhier, qui avait employé le chlorhydrate de cette base en injections sous-cutanées, et elles ont reçu naguère une sanction nouvelle dans des expériences faites par Petrini dans le service de ce même médecin, à l'Hôtel-Dieu. Des sciatiques, des douleurs névralgiques de diverses natures, ont été soulagées et parfois guéries par la narcéine qui, de même que dans mes recherches, s'est montrée parfois supérieure à la morphine.

Cette précieuse substance arrête également la diarrhée. Non-seulement la muqueuse intestinale sécrète moins sous l'influence de la narcéine, mais les muqueuses buccale, pituitaire, et la conjonctive même, subissent une sorte de dessiccation; la soif augmente comme sous l'influence de la morphine. Mais il faut des doses assez fortes, celles de 10 à 20 centigrammes, pour obtenir ces résultats, et la diarrhée n'est pas aussi bien arrêtée que par la morphine ou par l'opium. Toutefois, la narcéine doit être préférée à ces dernières substances chez ceux dont l'apétit est troublé ou qui ont des vomissements, comme chez les phthisiques, que j'ai pu soulager ainsi d'une manière évidente. La narcéine est un diminutif de la morphine, mais elle n'en présente pas les inconvénients. En effet, elle ne détermine ni nausées ni vomissements; elle arrête même ces accidents.

D'après Petrini, même à dose minime (5 milligrammes), le chlorhydrate de narcéine injecté sous la peau produit une élévation de la température, augmente la fréquence du pouls et détermine un abaissement de la tension artérielle. Mais ces effets ne sont que passagers; ils n'existent plus une heure après l'injection à la dose indiquée; de plus, on ne les observe pas après l'absorption de cette substance par la voie gastro-intestinale. Cette différence d'action se conçoit d'ailleurs. En effet, lorsqu'elle a été injectée dans le tissu cellulaire sous-cutané, elle passe rapidement dans le torrent circulatoire et produit, par sa présence subite, une sorte de révolte de l'organisme, une surexcitation que j'ai déjà eu l'occasion de signaler après l'injection de l'alcool et que je rappellerai dans l'étude de divers médicaments et poisons, sans qu'elle puisse caractériser ces derniers en aucune manière. Puis, à cette première action, succède celle qui résulte des propriétés réellement physiologiques de la narcéine, telle qu'on l'observe après l'ingestion de cette substance dans le tube digestif.

La narcéine diminue le pouvoir d'accommodation et rend légèrement presbyte.

Leconte a publié, en 1852, que la narcéine diminuait notablement l'excrétion urinaire. Il n'en est rien; prise aux doses de 5 à 20 centigrammes, elle n'a jamais produit cet effet.

En résumé : *La narcéine, la plus somnifère des bases de l'opium chez le chien, est beaucoup*

moins soporifique que la morphine chez l'homme. Elle augmente l'action du chloroforme. Elle est analgésique et anexosmotique.

§ 6. — Morphine.

La morphine, $C^{17}H^{19}AzO^{3}$, cristallise en prismes rectangulaires ou en octaèdres, à peine solubles dans l'eau froide, mais pouvant se dissoudre complétement dans 100 fois leur poids d'eau bouillante. Les solutions de cette base et de ses sels présentent une amertume moins franche que celle des opiacés.

Effets physiologiques. — D'après M. Cl. Bernard, la morphine est moins soporifique que la narcéine chez les animaux, mais elle l'est davantage que la codéine. Le sommeil qu'elle procure diffère des sommeils narcéique et codéique en ce qu'il est lourd, et qu'au réveil les animaux sont dans l'abrutissement. Si, à l'exemple de M. Cl. Bernard, on injecte sous la peau de deux chiens, chez l'un, du chlorhydrate de codéine et, chez l'autre, une égale quantité de chlorhydrate de morphine, 5 à 10 centigrammes par exemple, suivant la taille, ces animaux éprouvent des effets soporifiques au bout d'un quart d'heure, et ils dorment tranquilles pendant trois quarts d'heure environ, mais ils forment, au réveil, le contraste le plus frappant. Le chien codéiné présente ses allures habituelles, tandis que le chien morphiné a la démarche hyénoïde, l'œil effaré; il ne reconnaît personne, et ce n'est qu'au bout de vingt-quatre heures qu'il reprend son humeur ordinaire. Si, les jours suivants, on répète les mêmes expériences, mais en sens inverse, c'est-à-dire en donnant la codéine à celui qui avait reçu la morphine, on remarque, au réveil, les mêmes différences, mais également en sens inverse. Le chien qui, auparavant, étant codéiné, s'était réveillé alerte et gai, est alors abruti et à demi paralysé à la suite du sommeil morphéique, tandis que l'autre se réveille vif et joyeux.

Les expériences de M. Cl. Bernard ont démontré, en outre, que la morphine était peu toxique chez les animaux.

Mais il n'en est pas de même chez l'homme, qui est si sensible à l'action de cet alcaloïde qu'on peut avancer, avec certitude, que la morphine est pour lui le plus soporifique et le plus toxique des opiacés. Des expériences comparatives faites avec cette base et la narcéine ont prouvé la première proposition; quant à la seconde, elle se trouve démontrée par ce fait, que l'ingestion de 10 centigrammes de thébaïne dissoute dans l'acide chlorhydrique ne produit presque rien, tandis que l'ingestion de 10 centigrammes de chlorhydrate de morphine, en une fois, détermine la mort si l'absorption est complète.

Non-seulement la morphine est le plus toxique et le plus soporifique des principes de l'opium chez l'homme, mais elle est le plus anexosmotique, c'est-à-dire qu'elle possède au plus haut degré la propriété d'empêcher les sécrétions intestinales, comme l'ont démontré les expériences de Moreau. En effet, d'après ce physiologiste, tandis que 20 centimètres cubes d'une solution de sulfate de magnésie au cinquième, introduits dans une anse intestinale d'un chien, déterminent, au bout de dix-huit heures, une exosmose assez considérable pour que l'anse contienne environ 500 centimètres cubes de liquides, on observe, si l'animal est morphiné, que l'anse intestinale ne contient plus que 10 centimètres cubes environ d'un liquide purulent; il peut même se faire qu'elle ne contienne absolument pas de liquide. Ces propriétés anexosmotiques de la morphine et de l'opium, qui agit surtout par elle dans ce cas, sont mises chaque jour à profit pour arrêter les diarrhées. On sait, d'un autre côté, que l'ingestion simultanée ou à peu de distance d'un purgatif salin et de l'opium fait que le purgatif ne produit pas ou peu d'évacuations, qu'il est presque entièrement absorbé et qu'il s'élimine alors par les reins en produisant quelques effets diurétiques.

La morphine est analgésique. Il est inutile d'insister sur cette propriété, qui est chaque jour mise à profit en l'injectant dans le tissu cellulaire sous-cutané ou en la faisant prendre à l'intérieur. Mais je rappellerai qu'elle le cède peut-être sous ce rapport à la thébaïne et à la narcéine.

La morphine présente le grand inconvénient de faire disparaître l'appétit et de causer des nausées et des vomissements. Trousseau a insisté sur ces accidents, que sa vaste expérience lui a démontré être plus fréquents chez la femme que chez l'homme, et qui arrivent avec la

plus grande facilité chez les femmes d'un tempérament nerveux. Il a remarqué, en outre, que la marche de ces accidents était variable, suivant le mode d'administration de la morphine. Lorsque les sels de cette base avaient été mis sur le derme dénudé, les vomissements avaient lieu pendant les deux ou trois premiers jours de l'application, lors même que la dose était peu considérable; plus tard, les nausées existaient seules et les vomissements n'avaient plus lieu. Dans l'administration des sels de morphine à l'intérieur, on observa un ordre inverse : les vomissements ne paraissaient qu'au deuxième et même au quatrième jour de la médication, et se prolongeaient ensuite pendant toute sa durée.

Trousseau a remarqué souvent, après les injections morphinées, une production de sueur, une coloration plus vive de la peau, l'accélération du pouls et la fréquence plus grande des mouvements respiratoires. Bailly avance, au contraire, que les préparations de morphine sont sans influence sur le pouls et sur la température, ou qu'ils ne peuvent, tout au plus, que les diminuer légèrement. Ces deux auteurs sont à la fois dans le vrai, car ils ont bien vu; mais, comme il arrive souvent, ce sont les conclusions qui sont erronées. Injectés sous la peau, les sels de morphine, étant absorbés rapidement, agissent alors comme la narcéine; mais cet effet dure peu, et il est suivi de l'état normal, ou de la légère diminution du pouls et de la température signalée par Bailly; ce qui arrive lorsqu'on prend le médicament à l'intérieur, parce qu'il est absorbé moins rapidement qu'après l'injection sous-cutanée.

Enfin Trousseau a avancé que la morphine diminuait l'exsécrétion urinaire; mais il faut répéter ici ce qui a été dit au sujet de la narcéine; d'ailleurs, les prétendus effets anurétiques de la morphine n'ont pas été reconnus par Bailly, qui a vu seulement que plusieurs malades éprouvaient de la difficulté à uriner, sans que la quantité d'urine éliminée fût moins grande.

En résumé, *la morphine est plus soporifique que la narcéine chez l'homme; elle est anexosmotique et analgésique. Mais ces avantages sont compensés par des inconvénients, que les autres alcaloïdes ne produisent pas ou ne déterminent qu'à un moindre degré, tels que la perte de l'appétit, les nausées et les vomissements. Nous verrons plus loin que la morphine augmente l'action du chloroforme.*

§ 7. — Opianine. — Porphyroxine. — Pseudomorphine. — Acide méconique. — Méconine.

L'*opianine* se présente sous l'aspect d'aiguilles incolores et brillantes, amères, très-peu solubles dans l'eau, solubles dans l'alcool. Elle donne des sels cristallisables. L'action de cette substance, qui existe en très-petite quantité dans l'opium, paraît se rapprocher de celle de la morphine.

La *porphyroxine* et la *pseudomorphine* se dissolvent également dans l'alcool et dans les acides. Elles sont peu connues. La dernière est appelée ainsi, parce que, de même que la morphine, elle se colore en bleu au contact des sels ferriques.

L'*acide méconique* $C^7H^4O^7$, entrevu par Séguin en 1804, fut isolé par Sertuerner en 1805. Il cristallise en paillettes blanches d'une saveur acide et astringente, assez solubles dans l'eau chaude, moins solubles dans l'eau froide, qui n'en prend guère que la centième partie de son poids. L'ébullition dans l'eau le change en acide coménique.

Sertuerner avait attribué à l'acide méconique une action très-énergique; un seul grain (5 centigrammes) pouvait, disait-on, causer la mort; on pensait, en outre, que c'était un remède contre le tænia, et l'on administrait avec de grandes précautions le méconate de soude pour faire disparaître ce parasite. Mais Fenoglio (1) constata plus tard l'innocuité de ce même sel administré à des chiens jusqu'à la dose de 8 grains, ainsi que son inutilité contre le tænia chez une femme qui en avait pris 4 grains.

L'acide méconique n'était donc pas aussi dangereux qu'on l'avait cru; je suis allé plus loin, car j'ai reconnu que cette substance était inactive.

J'ai injecté dans les veines, chez un chien de belle taille, 50 centigrammes de cet acide pur, dissous dans 40 grammes d'eau à la température de 37 degrés. L'animal n'a rien éprouvé de cette injection.

J'ai fait prendre à un autre chien de taille médiocre, tantôt 1 gramme, tantôt 2 et même 3 grammes de biméconate de potasse ou de soude, et je n'ai rien observé, si ce n'est que les

(1) *Bulletin général des sciences médicales de Ferrussac*, I, 300; et *Journal de pharmacie*, IV, 295.

urines de cet animal sont devenues ou neutres ou alcalines, suivant la dose ingérée. De plus, j'ai constaté, de la manière la plus précise, les réactions de l'acide méconique, ou des méconates, dans les urines de ce chien, en les additionnant de perchlorure de fer. On sait, en effet, que ce dernier réactif donne, dans les solutions de l'acide méconique et des méconates, une coloration rouge très-intense qui permet de reconnaître des traces de ces substances.

La *méconine* $C^{10}H^{10}O^{4}$, entrevue dans l'opium par Dublanc, en 1826, a été obtenue plus tard par Couerbe à l'état de pureté.

Elle se présente sous l'aspect de prismes hexagones d'une saveur amère faible, peu solubles dans l'eau froide, mais très-solubles dans l'alcool et dans l'éther. Lorsqu'on la traite par l'eau bouillante, l'excès qui ne peut se dissoudre entre en fusion et offre l'aspect d'un liquide oléagineux.

Cette substance paraît dépourvue de toute activité. Je l'ai essayée chez les animaux, à des doses variables, et je n'ai rien observé qui pût être considéré comme un effet de la méconine. Il est vrai que, lorsque j'avais injecté sous la peau cette substance dissoute dans l'eau alcoolisée, j'ai observé de la suppuration quelques jours plus tard ; mais le pus était excessivement crémeux et même presque solide, comme il l'est d'ordinaire chez les lapins, et la formation en était due, non à l'action de la méconine, mais à celle de l'alcool ; car on sait que ce liquide, injecté dans le tissu conjonctif, peut déterminer des phlegmons. Toutefois, dans aucune circonstance, les animaux n'eurent de la fièvre, et ils conservèrent toujours leur appétit.

§ 8. — Classement des alcaloïdes de l'opium.

Telles sont les données que nous possédons aujourd'hui sur les principes immédiats de l'opium. Elles sont le résultat de quelques recherches de Magendie, de plus de deux cents expériences faites par M. Cl. Bernard sur les animaux les plus divers, et de près de cent cinquante expériences physiologiques ou thérapeutiques faites par moi sur les animaux et sur l'homme sain ou malade ; enfin, elles ont été appuyées par les recherches de divers expérimentateurs et cliniciens dont les noms ont été cités.

M. Cl. Bernard avait étudié les alcaloïdes de l'opium, surtout au point de vue de leurs propriétés soporifiques, convulsivantes et toxiques ; mais il fallait les considérer aussi au point de vue de leurs effets analgésiques et anexosmotiques.

Voici la manière dont on peut les grouper, d'après ces mêmes propriétés, chez les animaux et chez l'homme :

Ordre soporifique. chez les animaux.	Ordre soporifique. chez l'homme.	Ordre convulsivant chez les animaux.
Narcéine.	Morphine.	Thébaïne.
Morphine.	Narcéine.	Papavérine.
Codéine.	Codéine.	Narcotine.
Les autres ne sont pas soporifiques.	Les autres ne sont pas soporifiques.	Codéine.
		Morphine.
		La narcéine n'est pas convulsivante.
(Cl. Bernard.)	(Rabuteau.)	(Cl. Bernard.)

Ordre toxique. chez les animaux.	Ordre toxique. chez l'homme.	Ordre analgésique chez l'homme.	Ordre anexosmotique chez l'homme et les animaux.
Thébaïne.	Morphine.	Morphine.	Morphine.
Codéine.	Thébaïne.	Narcéine.	Narcéine.
Papavérine.	Codéine.	Thébaïne.	Les autres n'empêchent pas les courants exosmotiques dans l'intestin.
Narcéine.	Papavérine.	Papavérine.	
Morphine.	Narcéine.	Codéine?	
Narcotine.	Narcotine.	La narcotine ne paraît pas être analgésique.	
(Cl. Bernard.)	(Rabuteau.)	(Rabuteau.)	(Rabuteau.)

On a observé parfois des convulsions dans les cas d'empoisonnement de l'homme par

l'opium ; mais la science n'est pas en mesure de se prononcer sur les propriétés convulsivantes des divers opiacés dans notre espèce. On sait, toutefois, que dans l'empoisonnement par la morphine, la mort a lieu dans le relâchement, ce qui indique que cet alcaloïde n'est pas convulsivant chez l'homme. La codéine ne l'est pas non plus, si l'on admet le cas d'empoisonnement cité plus haut. Il est rationnel d'admettre que la narcéine ne doit pas être plus active chez l'homme que chez les chiens.

J'ai pu vérifier facilement, de la manière suivante, l'ordre convulsivant établi par M. Cl. Bernard : J'ai pris diverses grenouilles sous la peau desquelles j'ai placé, chez l'une, 2 centigrammes de chlorhydrate de thébaïne ; chez une autre, 2 centigrammes de chlorhydrate de papavérine ; enfin, chez une troisième, 2 centigrammes de narcotine. Une autre grenouille, qui avait reçu de la strychnine, servait de comparaison. Or, au bout d'un temps variable, qui est à peu près le même pour la thébaïne et la strychnine, plus long pour la papavérine, plus long encore pour la narcotine, les animaux furent pris de convulsions dont l'intensité était décroissante en passant de l'un à l'autre, et qui se produisaient de moins en moins facilement par le choc ou par le contact.

En frappant légèrement sur la table sur laquelle les grenouilles reposaient, on voyait se convulser celle qui était strychnisée et celle qui était thébaïnée, les autres restant au repos ; puis, en frappant plus fort, c'était le tour de celle qui avait reçu de la papavérine ; frappant plus fort encore, toutes éprouvaient des convulsions.

La codéine ne convulse pas les grenouilles d'une manière constante ; néanmoins, elle agit parfois avec une intensité notable. La morphine agit beaucoup moins. Si l'on coupe les nerfs qui, de la moelle épinière, se rendent à un membre, les convulsions ne se produisent plus dans ce membre.

Enfin, au point de vue de l'action exercée sur l'estomac, il faut rappeler que la morphine peut provoquer des nausées et des vomissements, et fait perdre l'appétit, tandis que les autres alcaloïdes ne produisent pas ces accidents, ou ne les déterminent qu'à un degré très-faible. Ils augmentent même parfois l'appétit, se comportant en cela comme des substances franchement amères. D'ailleurs, la morphine seule possède une amertume nauséeuse.

§ 9. — Opium en nature.

A l'aide des notions acquises sur les divers alcaloïdes de l'opium, nous pouvons nous expliquer désormais le mode d'action de cette substance. Nous ne sommes pas assurés, il est vrai, d'avoir isolé tous les principes qu'elle contient, mais nous connaissons les plus importants et nous savons que certains d'entre eux peuvent être considérés comme inactifs.

Effets physiologiques de l'opium. — La morphine doit être regardée comme le principe le plus actif de l'opium, mais la physiologie et la pratique médicale démontrent, entre ces deux substances, de notables différences d'action qui font préférer souvent l'emploi de ce dernier. Ces différences tiennent à la complexité de l'opium et à l'activité variable de ses principes. Aussi voit-on ce médicament agir d'une certaine manière, à faible dose, et d'une manière parfois tout opposée à de hautes doses, défiant ainsi les calculs de quiconque n'a pas étudié l'action des principes qui le composent. En effet, c'est la résultante de toutes ces actions que nous observons, et cette résultante peut changer de signes à mesure que l'on applique à l'organisme des forces dont l'intensité n'est pas la même ; ce dont nous allons voir des exemples en étudiant l'action de l'opium successivement sur le tube digestif, sur la circulation et la température, sur les organes des sens, sur le sommeil, enfin sur la sensibilité et l'activité musculaire.

1° L'opium produit moins que la morphine les nausées et les vomissements, et ces accidents, lorqu'ils arrivent, sont alors mitigés et moins persistants. Pris à faibles doses, l'opium constipe ; mais à hautes doses, à celle de 20 à 30 centigrammes, par exemple, alors qu'il peut déterminer des accidents toxiques, ou bien chez les sujets qui se sont habitués à en prendre des doses considérables, il produit très-souvent de la diarrhée. Ces actions variables s'expliquent d'elles-mêmes. En effet, la morphine seule provoque des nausées, tandis que les autres alcaloïdes augmentent plutôt l'appétit. D'un autre côté, la morphine, la narcéine sont anexostomiques ; les autres alcaloïdes ne le sont pas et rendent parfois les selles plus faciles ;

or, s'il en est ainsi, on conçoit qu'à mesure qu'on augmente les doses, l'action de ces derniers alcaloïdes, qui est nulle dans quelques centigrammes d'opium, parce qu'ils s'y trouvent en faible proportion, devienne prédominante lorsque les doses augmentent.

2° Les premiers effets de l'opium pris à doses fortes sont d'activer la circulation et d'élever légèrement la température; or, nous avons vu que la morphine et la narcéine, surtout lorsqu'elles avaient été inoculées, avaient la propriété d'accélérer le pouls et d'augmenter la chaleur animale, ce qui n'a pas été constaté encore pour les autres alcaloïdes. Mais ces effets ne sont que passagers; toutefois ils sont plus remarquables après l'ingestion de l'opium, qui va jusqu'à produire de la sueur et des éruptions (sueurs médicamenteuses). Un peu plus tard ce médicament, comme tous les autres opiacés, diminue le pouls et la température.

3° Après l'ingestion de 10 à 15 centigrammes d'opium chez l'adulte, les yeux brillent, la pupille se dilate, la vue est troublée, l'ouïe est obtuse. Lorsque les doses sont de 20 à 25 centigrammes, la pupille se contracte, l'ouïe est exaltée, et c'est alors surtout que l'on observe l'élévation de la température, la fréquence du pouls déjà signalée et même une accélération de la respiration. Or, la morphine, la narcéine, prises à faibles doses, peuvent dilater la pupille, tandis que les autres alcaloïdes la contractent; et comme l'action de ces derniers devient prédominante à haute dose, c'est elle qui se manifeste.

4° A faible dose, l'opium exerce une action soporifique, que nous mettons chaque jour à profit; à hautes doses, à celles de 20 à 25 centigrammes par exemple, il ne produit que la *somnolence* sans qu'il y ait sommeil véritable. Mais, au bout de quelques heures, le sommeil survient néanmoins profond et persistant. Chez un sujet qui avait pris 22 centigrammes de cette substance, Schroff observa d'abord la somnolence, puis le sommeil; il y eut en outre des vomissements et, le lendemain, de la diarrhée.

5° L'opium diminue la sensibilité et produit une paresse musculaire si considérable, que les sujets qui l'ont pris à haute dose se refusent à exécuter tout mouvement. Or, nous avons vu que la plupart des alcaloïdes avaient la propriété de produire l'analgésie, que la thébaïne elle-même, qui est si éloignée de la narcéine et de la morphine, à certains égards, produisait cet effet. Nous avons vu, en outre, que la codéine, même à la dose de 5 centigrammes, commençait à produire chez l'homme un affaiblissement musculaire, surtout dans le train postérieur, affaiblissement qui ne paraît guère exister chez les chiens codéinés, mais qui est remarquable chez les chiens morphinés, dont la démarche devient alors hyénoïde. Enfin, dans les cas d'empoisonnement on a observé parfois des convulsions chez l'homme, ce qui doit être attribué aux alcaloïdes excito-moteurs dont l'action ne doit pas être négligée dans ces circonstances.

Enfin, l'opium produit de la congestion. Or, nous savons que ces alcaloïdes déterminent presque tous cet effet d'une manière constante. Ainsi la nicotine elle-même, prise à la dose de 40 centigrammes, n'a produit qu'un congestion oculaire.

§ 10. — De l'action simultanée du chloroforme et des alcaloïdes de l'opium.

Cette action remarquable a déjà été signalée précédemment. Nous avons dit, en effet, que les animaux étaient beaucoup moins sensibles à la douleur lorsqu'ils étaient soumis à l'influence du chloroforme et des opiacés. Ainsi, dans les expériences que j'ai faites en retirant une anse intestinale de l'abdomen de chien préalablement narcéinés ou thébaïnés, etc., j'ai vu ces animaux rester insensibles, lors même que le chloroforme n'était plus administré depuis un quart d'heure, et cependant ils ne dormaient pas. Ceci provient de ce que l'action analgésique des alcaloïdes s'ajoutait à l'action du chloroforme, qui seul aurait été impuissant, à un moment donné, à entretenir l'insensibilité, à cause de sa présence en trop faible quantité dans le sang, par suite de son élimination rapide. Ainsi *les alcaloïdes de l'opium continuent,* pour la plupart, *l'action analgésique du chloroforme,* bien qu'ils ne soient pas tous soporifiques, ce qui tient à ce qu'ils ont presque tous la propriété de diminuer la sensibilité.

Les premiers faits de ce genre ont été observés par M. Cl. Bernard et par Nussbaum. M. Cl. Bernard a expérimenté sur les animaux. Nussbaum ayant pratiqué une injection sous-cutanée d'acétate de morphine chez un malade qu'il opérait et qui était soumis à l'action du

chloroforme, vit que l'opéré ne se réveilla pas comme d'ordinaire et qu'il dormit d'une manière tranquille pendant douze heures. Pendant ce sommeil, il était insensible aux piqûres, aux incisions et même au cautère actuel. Nussbaum répéta ces observations avec le même succès, puis Guibert, Goujon et Labbé se sont servis récemment de la même méthode dans les opérations obstétricales et chirurgicales, et tous ont vu que les doses faibles de chloroforme et d'un sel de morphine produisaient l'insensibilité parfaite sans qu'il y eût nécessairement sommeil.

On arrive au même résultat avec la narcéine. Un chien à qui j'avais inoculé 5 centigrammes de cette base, et qui fut ensuite endormi par le chloroforme, ne sentait plus rien au réveil. Il marchait dans le laboratoire, reconnaissait la voix qui l'appelait, mais il était comme privé de son système nerveux sensitif; on pouvait le pincer, le piquer, lui marcher sur les pattes sans qu'il manifestât la moindre douleur. Cet état extraordinaire chez un animal parfaitement éveillé dura plusieurs heures, mais le lendemain la sensibilité était revenue.

La codéine, la papavérine continuent faiblement l'action du chloroforme, mais la narcotine ne fait rien ou presque rien, comme je m'en suis convaincu chez des animaux et sur ma propre personne.

Me fondant sur ces données, j'ai pensé qu'on pourrait obtenir l'insensibilité en faisant avaler une solution chloroformique et un opiacé qui, donnés seuls, ne la détermineraient pas. Dès lors les inhalations du chloroforme ne seraient plus indispensables et les dangers du sommeil anesthésique seraient évités. Des expériences faites chez les animaux, en leur injectant du chloroforme dans le rectum après l'inoculation de la narcéine ou de la morphine, ont vérifié mes prévisions.

Au lieu du chloroforme on peut employer le chloral et le bromoforme.

§ 11. — Résumé.

Thébaïne. — D'après M. Claude Bernard, la thébaïne est la plus toxique des bases de l'opium chez les animaux. Cette proposition, qui est éminemment vraie, ne s'applique pas à l'homme, qui peut ingérer sans danger 10 et 15 centigrammes de chlorhydrate de thébaïne. A la suite de cette première donnée, j'ai constaté que cette substance, introduite par la méthode hypodermique, chez des malades atteints de névralgies, était analgésique autant que la morphine. Je me suis assuré qu'elle n'était pas anexosmotique, c'est-à-dire qu'elle n'arrêtait pas la diarrhée. C'est ce que m'avait démontré déjà l'expérience suivante, qui a été faite pour chacun des opiacés. J'ai injecté sous la peau, chez un chien, 5 centigrammes de chlorhydrate de thébaïne, puis j'ai porté, dans une anse intestinale, une solution de sulfate de soude; or, cette anse, après avoir été remise dans l'abdomen, s'est remplie de liquide, de sorte que le purgatif a agi comme si l'animal n'avait pas été thébaïné. On verra qu'il n'en est pas de même chez un chien morphiné. Enfin, j'ai reconnu que la thébaïne n'était pas soporifique chez l'homme, ce que M. Claude Bernard avait déjà constaté chez les animaux.

Papavérine. — Cette substance est beaucoup moins active que la thébaïne; 15 centigrammes de son chlorhydrate, introduits sous la peau d'un lapin, 25 centigrammes chez un chien, ne produisent rien. L'homme la supporte très-bien également. Elle n'est pas soporifique ni chez les animaux ni chez l'homme. Elle n'empêche pas les courants exosmotiques dans l'intestin et n'arrête pas la diarrhée. Enfin, elle est légèrement analgésique.

Narcotine. — Suivant M. Claude Bernard, la narcotine est la moins toxique des bases opiacées chez les chiens. Il en est de même chez l'homme; 43 centigrammes de son chlorhydrate, ingérés en une fois, n'ont rien produit chez moi. Elle n'est pas ou n'est presque pas analgésique. Elle n'est pas anexosmotique; en effet, dans vingt cas de diarrhée où je l'ai administrée, elle ne l'a arrêtée qu'une seule fois, ce qu'on peut considérer comme accidentel. Enfin, elle n'est pas plus soporifique chez l'homme que chez le chien. C'est donc une substance presque inerte; toutefois, à très-haute dose, à celle de 3 centigrammes, par exemple, elle produit chez les grenouilles de légères secousses convulsives : c'est la brucine des opiacés.

Codéine. — Cette base est moins dangereuse que la thébaïne et plus dangereuse que la mor-

phine chez les animaux. C'est le contraire chez l'homme. Aux doses de 5 à 10 centigrammes, elle produit de la pesanteur de tête et de la faiblesse dans les membres inférieurs. Elle n'est pas anexosmotique, très-peu soporifique et peu analgésique chez l'homme.

Narcéine. — La narcéine est la plus soporifique des bases de l'opium chez les animaux ; mais ce n'est pas à dire pour cela qu'elle soit très somnifère. En effet, il faut plus de 5 centigrammes de son chlorhydrate injecté sous la peau d'un chien de taille moyenne pour le faire dormir. Elle est beaucoup moins soporifique que la morphine chez l'homme ; mais elle ne l'est qu'à haute dose, à celles de 10 à 20 centigrammes, par exemple ; mais le sommeil qu'elle procure est calme et réparateur, et le réveil est tout à fait physiologique, tandis que celui de la morphine, lequel est plus profond, ne laisse pas que de produire de la fatigue. Enfin, cette précieuse substance est éminemment analgésique, comme je l'ai prouvé par des expériences thérapeutiques dont les résultats ont été exposés l'an dernier devant la Société de biologie. Elle ne diminue pas l'excrétion urinaire, comme on l'a avancé, mais elle arrête très-bien la diarrhée, moins efficacement que la morphine, qui doit être d'ailleurs employée à des doses beaucoup plus faibles ; mais elle n'entrave pas les fonctions digestives : aussi est-elle utile dans les diarrhées des phthisiques.

Morphine. — La morphine est la plus active des bases opiacées chez l'homme, tandis que, d'après M. Claude Bernard, elle occupe le quatrième rang dans l'ordre toxique chez les animaux. Elle est très-anexosmotique, comme le prouve l'expérience de l'anse intestinale faite déjà avant moi par M. Moreau, et comme le démontre la pratique médicale. Elle est la plus soporifique des bases de l'opium, mais elle ne paraît être guère plus analgésique que la thébaïne et que la narcéine.

Acide méconique et méconine. — Mes expériences démontrent que l'acide méconique est inerte, même à de hautes doses. J'ai injecté 50 centigrammes de cet acide dans le sang chez un chien ; j'ai fait prendre à d'autres de 1 à 3 grammes de biméconates de potasse ou de soude, et je n'ai rien observé, si ce n'est que les urines sont devenues neutres ou alcalines suivant la dose du biméconate ingéré. La réaction de l'acide méconique par le perchlorure de fer était tout à fait nette dans ces mêmes urines. La méconine est également inactive.

Mes expériences physiologiques ont été faites au laboratoire de M. Robin, à l'École pratique de la Faculté de médecine ; les expériences thérapeutiques, dans divers hôpitaux (*Charité*, service de M. Sée ; *Pitié*, dans un service dirigé par M. Lancereaux) ; enfin, dans ma pratique.

Recherches sur l'action des bases et des alcaloïdes tirés de l'opium.

Par M. Bouchut.

Conclusions. — De l'ensemble de faits observés sur des enfants de trois à treize ans, et sur quelques sujets plus avancés en âge, il résulte :

1° Que les alcaloïdes tirés de l'opium, administrés par l'estomac ou par le tissu cellulaire, se divisent en deux groupes, l'un comprenant les alcaloïdes doués de propriétés soporifiques, et l'autre les alcaloïdes qui sont inertes ;

2° Que ceux qui font dormir ont une action différemment énergique ;

3° Que, aux doses assez fortes où il est possible de les administrer, il n'y en a pas qui ait d'action convulsivante ;

4° Que ceux qui font le mieux dormir sont ceux qui sont toxiques, lorsqu'on les emploie à des doses trop considérables ;

5° Que la morphine et les sels de morphine sont les préparations les plus actives de l'opium ;

6° Que la codéine vient après la morphine, pour les propriétés dormitives et anesthésiques ;

7° Qu'il faut employer trois fois plus de codéine que de morphine pour avoir des effets soporifiques et anesthésiques semblables ;

8° Que la narcéine ne vient qu'après la morphine et la codéine, pour ses propriétés dormitives, et qu'on peut, si elle est bien pure, en faire absorber des doses considérables sans produire d'effet appréciable ;

9° Que la papavérine, en injections dans le tissu cellulaire à la dose de 10 centigrammes et dans l'estomac à la dose de 1 gramme, n'a aucune action ;

10° Que la narcotine à 50 centigrammes n'a aucun effet narcotique ou anesthésique ;

11° Que la thébaïne à 50 centigrammes est absolument inerte ;

12° Que la méconine à 30 et 50 centigrammes ne produit aucun effet appréciable ;

13° Que l'acide opianique est une substance inerte ;

14° Que, dans l'usage médical, il n'y a que l'opium d'abord, puis la morphine et la codéine qui soient utiles aux malades ;

15° Qu'enfin la différence des résultats obtenus par les observateurs sur les propriétés des alcaloïdes et des bases de l'opium dépend de l'état de pureté ou d'impureté des substances soumises à l'expérimentation.

MATIÈRES COLORANTES.

Couleurs d'aniline à l'iode.

Par M. H. Grothe (1).

Violet lumière. — On sait que par l'action de l'iodure d'éthyle ou du méthyle sur la fuchsine, on obtient simultanément du vert et du violet. Le vert est un produit secondaire provenant d'une action plus avancée de l'iodure d'éthyle, et doit se faire sous pression. Le violet peut se produire sans mélange de vert, en opérant sans pression, comme il va être indiqué.

L'appareil qu'on emploie est une chaudière en fonte à double fond, qu'on peut chauffer à la vapeur ; le couvercle porte deux orifices garnis de tubes de verre, reliés aux extrémités d'un serpentin par un jeu de robinets ; on peut faire de ce serpentin un cohobateur ou un simple appareil à distiller ; de plus, il se trouve un petit orifice qui laisse passer un thermomètre. Une opération exige par chaudière :

40	kilogrammes	de fuchsine aussi pure que possible ;
30	—	de soude caustique en morceaux ;
120	—	d'iodure d'éthyle.

On met dans la chaudière la fuchsine avec la moitié de la soude et un peu d'alcool, on agite de façon à faire du tout une bouillie homogène, puis on ajoute la moitié de l'iodure d'éthyle ; on fixe le couvercle en le lutant convenablement, et on met le serpentin en cohobateur ; on chauffe jusqu'à l'ébullition de l'iodure pendant six heures, alors on introduit la seconde moitié de l'iodure d'éthyle et on chauffe de six à huit heures. Après ce temps on change les robinets, de façon à faire du serpentin un simple appareil distillatoire, et on distille l'excès d'iodure d'éthyle.

On sort alors la matière pâteuse de la chaudière et on la fait bouillir avec une solution concentrée de soude.

Les eaux provenant de ce traitement contiennent l'iode à l'état d'iodure de sodium. Le gâteau restant est d'un violet magnifique : c'est de la rosaniline triéthylique.

Ce violet est insoluble dans l'eau ; on le rend soluble en le combinant à un acide. On dissout le gâteau dans 20 kilogrammes d'acide sulfurique étendu de 20 kilogrammes d'eau, puis on précipite la matière violette par la soude. On lave le précipité à l'eau froide, on le dissout dans l'eau bouillante, on filtre, et dans la liqueur filtrée on précipite la matière colorante à l'aide du sel marin.

Violet Poirier. — Le procédé de M. Poirier a l'avantage d'éviter l'emploi de l'iode, dont le prix est très-élevé. Ce violet est de la rosaniline triméthylée. Au lieu de prendre la rosaniline et de la méthyler, on fait dans ce procédé agir sur l'aniline triméthylée les oxydants, qui fournissent ainsi la rosaniline trimétylée.

La tréméthylaniline se fait en vase clos, en chauffant un mélange d'esprit de bois et de nitrate d'aniline.

(1) *Chemisches Centralblatt*, janvier 1872, et *Bulletin de la Société chimique*, 15 mars 1872.

Emploi des couleurs d'aniline dans la chapellerie (1).

On peut teindre directement, sans difficulté, le feutre en couleurs d'aniline; l'opération qui exige le plus de soins consiste à teindre les poils d'une façon uniforme.

Les couleurs d'aniline employées doivent être solubles dans l'eau bouillante. La solution préparée est versée dans une chaudière dont l'eau est portée à environ 35 degrés. On agite, et, lorsque la solution est complète, on y introduit le poil renfermé dans un panier fermé. On élève alors graduellement la température jusqu'à 80 degrés, et on laisse en contact jusqu'à complet épuisement de la couleur.

Les poils sont extraits du bain à ce moment, et, après qu'ils sont refroidis, on ouvre les tas et on examine le degré de pénétration. S'il y a des couches ou des masses insuffisamment colorées, on ajoute au bain primitif le restant de la teinture mise de côté, et on donne un second bain en ayant soin de le porter, à la fin de l'opération, presque à l'ébullition. Les bains sont acidulés par l'acide sulfurique.

Les couleurs d'aniline peuvent s'associer à l'indigo, l'orseille, le campêche, etc.

Couleur puce-grenat de naphtylamine, obtenue en impression et en teinture sur fils et tissus de coton et de soie, par l'action combinée des acides chlorique et chromique sur la naphtylamine. — Brevet Lamy fils, du 1er juillet 1871 (n° 92,209) (2).

A un épaississant convenable on ajoute du chlorate de potasse, un sel de cuivre ou de fer et de l'acide hydrofluosilicique, on imprime ce mélange et on l'expose pendant un certain temps dans les chambres à oxyder. On passe alors les tissus dans une solution d'acide chromique, produite en dissolvant le bichromate de potasse dans l'eau en présence d'un acide, tel que l'acide chlorhydrique, sulfurique, nitrique, hydrofluosilicique. Il ne reste plus pour développer la nuance qu'à passer les tissus dans de l'ammoniaque, puis dans une solution d'eau de chlore.

La teinture des fils se fait en employant les mêmes agents et en opérant par voie humide et trempage.

Bleu d'aniline pour impression.

Par M. Blumer-Zweifel (3).

M. Blumer-Zweifel a pris un brevet pour un bleu d'aniline pour impression qui ne le cède, dit-il, à l'indigo, ni pour l'éclat ni pour la solidité.

A de la colle d'amidon faite avec 100 grammes d'amidon pour 1 litre d'eau on ajoute à chaud :

40	grammes	de chlorate de potasse,
3 à 4	—	de sulfate de fer,
10	—	de chlorhydrate d'ammoniaque.

à cette partie refroidie on ajoute encore :

60 grammes de chlorhydrate d'aniline.

On imprime après dissolution de ce sel.

On change la nuance obtenue en variant les proportions de sel d'aniline.

La pièce imprimée est oxydée, puis lavée dans une eau alcaline chaude qui fait apparaître la couleur bleue.

Emploi de l'alizarine artificielle pour le rouge turc.

Par M. H. Grothe ()♭.

L'alizarine artificielle tend de plus en plus à remplacer les couleurs de la garance, et l'au-

(1) *Moniteur de la chapellerie* et *Bulletin de la Société chimique*.
(2) *Bulletin de la Société chimique*, 1er avril 1872.
(3) *Dingler's polytechnisches Journal*, octobre 1871, et *Bulletin de la Société chimique*, 1er mars 1872.
(4) *Muster-Zeitung*, 20 janvier 1872.

teur a étendu cette substitution à la teinture en *rouge turc*. Cette teinture avait jusqu'à présent toujours été effectuée avec la garancine, qui, à part la purpurine et d'autres matières colorantes jaunes et brunes, ne renferme que 2 à 3 pour 100 d'alizarine. Or, la teinture en rouge turc ne renferme pas trace de purpurine, mais seulement de l'alizarine unie à de l'alumine et aux acides gras. Toutes les matières colorantes qui l'accompagnent sont donc plutôt nuisible, qu'utiles par suite des opérations nécessaires pour leur départ, opérations qui sont longues et qui entraînent toujours la perte d'une certaine quantité d'alizarine.

Ces inconvénients disparaissent lorsqu'on emploie de l'alizarine artificielle, que le commerce fournit à l'état de pureté presque complète. Elle fournit immédiatement à la teinture sur tissu huilé une couleur d'un rouge pur qui, après un léger avivage au savon, possède un éclat bien supérieur à celui que fournit l'ancien procédé à la garancine. Les avantages que présente l'alizarine artificielle pour cette teinture sont évidents : l'économie de main-d'œuvre, de savon, de chlorure de chaux, etc., peut être évaluée à 20 ou 25 pour 100, en supposant, ce qui n'est pas encore le cas, que le prix de l'alizarine artificielle fût le même que celui de la matière colorante proprement dite contenue dans la garancine. Le remplacement de la garance par l'alizarine artificielle rencontre le plus grand obstacle dans l'immense consommation qui s'en fait.

—

Sur l'emploi de l'acide molybdique comme matière colorante.

Par M. Grothe (1).

Le Journal de Dingler donne un *procédé* d'obtention d'une matière bleue pour soie, par l'action de l'acide sulfurique sur l'acide molybdique. Nous devons faire remarquer que, déjà en 1857, M. F. Keller avait annoncé qu'on obtenait des matières tinctoriales à l'aide de composés molybdiques. M. Keller traitait de l'acide molybdique par une solution de soude et en imprégnait les tissus. Ces tissus, passés en bain acide, se recouvrent d'un dépôt jaune. Ainsi préparés et traités par un bain de chlorure d'étain, ils se colorent instantanément en bleu ; dans les bains épuisés, la coloration est verte. M. Kurrer, après avoir essayé la méthode précédente, s'est arrêté au mode suivant : il imprègne les fibres de molybdate d'ammoniaque, les sèche et les reprend par un bain chlorhydrique, puis par une solution de chlorure d'étain. On lave alors les étoffes et on les sèche. Ce procédé n'a pas donné un résultat satisfaisant.

A la suite des nouvelles recherches de M. Schann, M. Springmühl, à Breslau, a fait une série d'essais sans atteindre un résultat pratique. Néanmoins, il ne faut pas laisser tomber cette idée qui, par la suite, pourra rendre des services en teinture.

—

Applications à la teinture du vert de Chine (*Lokao*).

Par MM. S. Cloez et Er. Guignet (2).

1° *Lokao naturel.* — En faisant digérer le lokao pendant plusieurs jours avec de l'eau froide et filtrant, on obtient un bain vert foncé qui teint le coton en un vert terne assez intense, mais qui ne donne à la laine et à la soie qu'un ton bleu grisâtre très-faible, tout à fait semblable, du reste, à la nuance de certaines soies teintes par les Chinois.

2° *Lokao naturel et agents réducteurs.* — Les diverses préparations qui ont été proposées ne conviennent guère pour la teinture. Il faudrait sans doute remplacer ces bains par une cuve analogue à celle que l'on monte pour l'indigo, avec le son et la garance.

3° *Lokaïne ammoniacale et eau distillée.* — Lorsque la lokaïne ammoniacale a été chauffée à 110 degrés pendant plusieurs heures, la dissolution aqueuse de ce produit donne au coton non mordancé ainsi qu'à la laine et à la soie, une teinte d'un violet intense résistant à l'action de l'ammoniaque. La teinture se fait très-bien à 80 degrés.

4° *Lokaïne ammoniacale et hyposulfite de soude.* — Si l'on ajoute au bain de l'hyposulfite de soude et qu'on filtre, le violet reste sur le filtre. La liqueur filtrée, qui est d'un bleu très-

(1) *Dingler's polytechnisches Journal*, octobre 1871, et *Bulletin de la Société chimique.*

(2) Voir la note précédente du *Moniteur scientifique*, mai 1872, p. 394.

pur, teint facilement à 80 degrés le coton en un bleu d'azur de la plus grande pureté. Cette nuance est beaucoup plus belle que celle que donne le lokao naturel.

Cette teinture s'opère d'ailleurs si facilement qu'elle constituera peut-être le meilleur moyen d'isoler la matière colorante pure, en déteignant les écheveaux de coton, comme on fait pour la matière colorante du carthame.

Mais le même bain ne donne à la laine et à la soie qu'une teinte très-faible. Pour ces fibres, il faudra probablement recourir aux teintures par réduction.

Le rôle de l'hyposulfite de soude s'explique aisément en remarquant que la présence de ce sel empêche la précipitation du violet par l'ébullition prolongée de la lokaïne ammoniacale, et surtout la fixation du violet sur les fibres.

La solution d'hyposulfite de soude est d'ailleurs un véritable dissolvant de la lokaïne qui n'est pas réduite par l'hyposulfite, même à la température de l'ébullition. Le coton teint en bleu, comme nous l'avons dit plus haut, se déteint dans une solution chaude d'hyposulfite de soude. La liqueur se colore en bleu foncé.

En résumé, nous croyons que le vert, ou plutôt le bleu de Chine, convenablement purifié, peut donner d'excellents résultats en teinture et en impression. La nuance bleue que nous avons obtenue sur coton est suffisamment solide à la lumière et au savon. Elle rougit par les acides, mais l'ammoniaque rétablit la nuance sans altération.

La tétronérythrine, nouvelle matière colorante organique.

Par M. le docteur Wurm.

(*Annales de Paggendorff.*)

En 1866, un article de la *Gazette de la Chasse*, de Vienne, contenait incidemment cette notice que la *rose* (l'endroit rouge et boursouflé au-dessus des yeux) des coqs de bruyère et de bois, frottée par un linge blanc, déteint sur celui-ci avec une couleur des plus belles; à quoi une note de la rédaction ajoutait que la même chose a lieu avec les plumes rouges du carouge.

Cette assertion me parut inexacte, *a priori*, et je ne songeais guère à la vérifier, car j'attribuais la couleur de la *rose* à la même cause à laquelle est due la coloration des lèvres chez l'homme, de la crête chez le coq domestique, etc., c'est-à-dire à la transparence de l'épiderme qui laisse paraître le sang. Un jour, cependant, étant allé à la chasse, dont je suis amateur, et ayant abattu des coqs de bruyère, envie me prit de faire l'expérience, et grande fut ma surprise quand je vis se confirmer ce que j'avais lu dans la *Gazette de la Chasse*.

Je fis alors une collection de *roses* de coqs de bruyère, de gélinottes et de faisans; j'en pris le dessin au microscope et les soumis à des expériences chimiques qui me firent connaître une nouvelle matière colorante inconnue jusqu'alors, et qui même, jusqu'à nos jours, n'a pas encore pu être classée. Je l'ai isolée en dissolvant dans le chloroforme et laissant évaporer la solution. J'en envoyai plein un verre de montre à M. le professeur Bischoff, qui a eu la bonté, non-seulement de s'intéresser lui-même à ma découverte et de m'envoyer de magnifiques préparations de roses injectées, mais encore de la faire connaître à M. Liebig, qui en fit l'examen par de nombreuses expériences et en donna son avis par écrit.

J'ai donné à cette matière colorante le nom de tétronérythrine (de *tetraon* et *erythros*), c'est-à-dire rouge de coq, ou mieux *rouge de perdrix*, car je suis convaincu qu'elle se trouve aussi chez le *tetrao*, perdrix.

La petite araignée terrestre rouge, traitée par le chloroforme, ne me donna pas de matière colorante.

Je n'ai pas encore fait l'expérience avec les plumes rouges des pics, des perroquets et des punaises des bois, ni avec la *rose* des perdrix, qui est rare dans la Forêt-Noire.

Les points rouges de la truite, des cuirasses d'écrevisses crues ou cuites, ainsi que les fruits du *phialopsis rubra*, me donnèrent au contraire, avec le chloroforme, de la matière colorante rouge.

Voici maintenant comment M. le professeur Bischoff s'exprime au sujet de cette substance :

« La *rose*, dit-il, est une formation particulière de l'épiderme de la paupière supérieure de ces oiseaux. Celui-ci, en cet endroit, se développe en papilles coniques plus ou moins volumineuses, traversées par un très-grand nombre de vaisseaux sanguins qui, particulièrement serpentés et très-sinueux, s'entre-croisent dans tous les sens et forment un réseau de capillaires à mailles très-serrées. Tout l'ensemble de ces vaisseaux si nombreux est recouvert d'un épithélium dont les couches inférieures sont formées de cellules aplaties, polygonales et pressées les unes contre les autres. Sous l'action de la potasse caustique, des acides minéraux concentrés et aussi de l'ammoniaque, ces cellules se gonflent et se séparent. La matière colorante, au moins d'après ce que j'ai pu constater sur des préparations qui avaient déjà reposé dans l'alcool concentré, se trouve en partie dissoute dans les couches profondes des cellules mêmes, et en partie renfermée dans des granules qui présentent les caractères de nucléoles cellulaires. »

La coloration du linge et du papier provient donc de la destruction de l'épithélium qui fait sortir les granules colorantes.

La matière colorante n'est pas, à proprement parler, altérée par la potasse, bien qu'elle devienne plus claire sous l'action de cet alcali. L'acide sulfurique concentré la change d'abord en un beau bleu indigo et ensuite en noir. L'acide azotique la rend noire de suite (dans mes expériences il la rendait jaune).

Après une macération prolongée des *roses* dans l'alcool, la matière colorante finit par se dissoudre; l'alcool alors se colore et les cellules deviennent pâles.

J'ai trouvé également, comme vous, que le chloroforme dissout la matière colorante et devient rouge; mais, chose singulière, chez moi la coloration disparaît complétement après l'évaporation du chloroforme (expérience avec un coq bavarois), tandis que la matière colorante que vous m'avez envoyée a conservé la sienne après avoir été plusieurs fois dissoute dans le chloroforme.

J'ai prié M. Liebig de faire des expériences avec cette matière, et je crois que je vous ferai plaisir en vous communiquant la réponse écrite.

D'après M. Liebig, « ce n'est pas à l'hématoïdine que nous avons affaire, mais à une matière colorante particulière. »

C'est chez le faisan que j'ai trouvé les papilles les plus développées; leur épithélium est plus mince que celui de la gélinatte, et leur réaction sur les acides est plus lente. (Contiendrait-elle plus de cire?) Les papilles de la gélinotte sont au contraire plus courtes, d'une forme pyramidale et d'une couleur qui se rapproche davantage de l'orangé.

Voici ce que contient à son sujet la lettre de M. Liebig :

« Les quelques expériences que j'ai pu faire avec la matière qui m'a été envoyée montrent qu'elle est d'une nature particulière et qu'elle n'a rien de commun avec l'hémathoïdine; elle est soluble dans le sulfure de carbone et dans l'éther; dans ce dernier elle laisse un résidu peu considérable de matière incolore. Régénérée par l'évaporation de l'éther, elle fond facilement, comme de la cire, et se roidit par le refroidissement sans cristallisation distincte. Les solutions alcalines ne la dissolvent pas à froid; l'acide azotique, au contraire, la dissout facilement en la décomposant, mais sans produire de coloration correspondante à celle à laquelle donne lieu l'hématine dans les mêmes circonstances; la solution nitrique donne un résidu analogue à la cire. C'est d'ailleurs un corps très-intéressant. »

A ces données j'ajouterai que cette matière colorante, inaltérable à l'air, est blanchie par l'eau de chlore; elle est extraite moins fortement par l'eau chaude, dans laquelle on a fait bouillir la *rose*, et elle montre alors une réaction faiblement acide. L'éther n'en retire pas de matière grasse et l'eau froide ne la dissout pas. Je n'ai malheureusement pas examiné la fusion et la calcination de la matière blanche et cireuse que donne l'eau de chlore, et je ne pourrai plus le faire avant la période d'accouplement prochaine.

Je terminerai ces lignes en priant les savants de faire des recherches sur cette substance, surtout en vue de connaître ses éléments constitutifs, et de vouloir bien me faire part des résultats auxquels ils seraient parvenus.

(*Les Eaux de Theinach, dans la forêt Noire wurtembergeoise,* juin 1871.)

Sur la fabrication des couleurs d'aniline.

Par MM. GIRARD et DE LAIRE.

Les procédés au moyen desquels la rosaniline est convertie en matières colorantes de différentes couleur sont, on peut le dire, tout à fait inoffensifs au point de vue de la santé publique. D'un autre côté, l'extraction de la benzine, sa conversion en nitrobenzine, la réduction de celle-ci en aniline, peuvent être déjà, depuis quelques années, regardées comme des opérations faciles, industrielles, ne présentant aucun danger réel. Nulle industrie ne mériterait donc moins que celle qui nous occupe d'être rangée dans la catégorie des industries insalubres, et il n'y aurait qu'à s'applaudir de ses développements, source de richesse pour notre pays, si le remarquable ensemble des fabrications qui la constituent n'était radicalement vicié par le procédé de préparation de la rosaniline, cause permanente d'empoisonnement pour les lieux où il s'exécute.

Il repose, en effet, sur l'emploi de l'acide arsénique, et n'exige pas moins de 400 kilogrammes de cet acide pour une production de 100 kilogrammes de rosaniline propre à être transformée en bleu ou en violet. Il y a telles fabriques que nous pourrions citer qui consomment plus de 600 kilogrammes d'acide arsénique par jour, quantités effrayantes si l'on songe au pouvoir toxique de ce corps et à la manière dont les fabriques s'en débarrassent, soit en les jetant à l'état d'arsénite et d'arséniate de soude dans les cours d'eau, soit en les enfouissant, sous forme de composés calcaires ou organiques, dans le sol même.

On conçoit sans peine que de nombreux empoisonnements aient dû être la conséquence de ce mode d'opérer. Presque toutes les usines dans lesquelles on produit le rouge d'aniline sur une vaste échelle ont été le théâtre d'accidents de cette nature, assez graves pour forcer les Conseils d'hygiène et les autorités compétentes, à Lyon, à Bâle, à Zurich, d'intervenir et de se préoccuper des mesures à prescrire pour éviter le retour de pareils faits (1).

Malheureusement aucune des prescriptions, édictées ou conseillées, ne s'est trouvée jusqu'à présent soit efficace, soit pratique. *A priori*, on a peine à comprendre qu'il en soit ainsi ; la question semble comporter deux solutions, également possibles théoriquement, et paraissant n'exiger pour être pratiquées que peu d'efforts.

Ces deux solutions sont : ou bien le remplacement de l'acide arsénique comme agent de transformation de l'aniline en rosaniline, par un autre réactif non vénéneux ou ne donnant pas naissance à des résidus vénéneux ; ou bien un mode de traitement du rouge d'aniline arsenical, permettant de recueillir en entier, sous une forme quelconque, l'arsenic qu'il contient et de le régénérer.

Dans chacune de ces deux voies, malgré des essais multipliés, malgré un intérêt pressant, l'industrie n'est point parvenue à un résultat satisfaisant. Vainement on a tenté de remplacer l'acide arsénique par le nitrate de mercure, l'acide antimonique, la nitrobenzine agissant en présence du fer ; procédés ou réactifs, rien n'a franchi le seuil du laboratoire ; aucun fabricant n'a jamais pu les pratiquer sincèrement et exclusivement. Il y a déjà sept ans, vivement préoccupés nous-mêmes de cette question, nous avons cru en trouver la solution, d'une part dans l'évaporation des eaux arsenicales, d'autre part dans la combustion, au moyen de fours spéciaux, des résidus solides provenant de la purification de la rosaniline. Mais ces traitements, qui en eux-mêmes sont simples et peu coûteux, imposent cependant aux fabricants français un surcroît de dépenses qu'ils ne peuvent supporter, surtout en présence du bas prix actuel de ces couleurs et de la concurrence allemande, si favorisée par le bon marché des sels et des alcools exempts de toute taxe en Suisse et en Allemagne.

Nous avons pensé qu'une solution, alors même qu'elle ne serait qu'indirecte et approchée, n'en posséderait pas moins une importance réelle. Telle est celle que nous avons l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie pour le concours des arts insalubres de cette année.

Elle repose sur ce fait, déjà indiqué en commençant, que la teinture ne consomme qu'une quantité très-restreinte de la masse totale de la rosaniline fabriquée, dont la plus grande

(1) L'Angleterre n'a été préservée de semblables accidents que par la situation des usines placées sur des cours d'eau, assez près de la mer pour être soumis à l'influence du flux et du reflux.

partie, dans le rapport de 9 à 1, est employée à produire d'autres matières colorantes bleues, vertes, violettes ou brunes. De là il suit qu'un procédé qui permettrait de préparer la rosaniline triphénylique sans employer le rouge d'aniline ni aucune substance toxique, réduirait les quantités d'acide arsénique consommées par l'industrie des matières colorantes artificielles dans une proportion considérable, que nous estimons être de deux cinquièmes environ.

Ce procédé résulte de l'ensemble de nos recherches sur la préparation des monamines secondaires phényliques et toluyliques, et sur leur transformation en rosaniline et mauvaniline phényliques et toluyliques.

Une courte description de ce nouveau mode de fabrication montrera que nous ne sommes point, en cherchant à éviter un inconvénient, tombés, comme il arrive quelquefois, dans un plus grand; mais que notre procédé est bien véritablement d'une innocuité complète, et, de plus, parfaitement pratique.

Préparation de la diphénylamine, de la ditoluylamine, et, en général, de toutes les monamines secondaires et tertiaires de la série aromatique. — Le procédé au moyen duquel nous préparons la diphénylamine commerciale présente la plus extrême simplicité. Il consiste essentiellement à faire réagir, dans un appareil fermé, sous une pression de 5 à 6 atmosphères et à une température de 250 à 260 degrés, l'aniline du commerce sur son chlorhydrate. L'appareil, contenant environ deux hectolitres, se compose d'un vase cylindrique en fonte, émaillé intérieurement et fermé au moyen de boulons par un couvercle portant une soupape, un manomètre et un tube creux servant d'étui à un thermomètre. Il est encastré dans un fourreau construit en briques et disposé de manière que le chauffage s'opère par l'air chaud seulement.

On introduit dans l'appareil environ équivalents égaux d'aniline et de chlorhydrate d'aniline parfaitement sec, et l'on élève graduellement la température jusqu'à 260 degrés ; la pression intérieure ne dépasse pas 5 ou 6 atmosphères. On maintient cette température dix à onze heures, et au bout de ce temps on laisse refroidir. Dans ces conditions, l'aniline et son chlorhydrate se sont transformés en grande partie en diphénylamine.

Pour purifier cette substance, on traite toute la masse à chaud par l'acide chlorhydrique fort et l'on étend la dissolution imparfaite obtenue, d'une grande quantité d'eau, vingt à trente fois le volume de l'acide employé. L'aniline non transformée reste en dissolution dans la liqueur à l'état de chlorhydrate d'aniline ainsi que quelques résidus colorés, tandis que la diphénylamine, dont le chlorhydrate est décomposable par l'eau, se précipite. On la recueille, on la lave, on la sèche, et pour achever sa purification, on la distille soit à feu nu, soit par entraînement mécanique au moyen de la vapeur d'eau.

C'est au moyen de ce procédé que l'un de nous a depuis obtenu et pu étudier les monamines aromatiques suivantes : phényltoluylamine, ditoluylamine ou dicrésylamine, phénylxylidine, crésylxylidine, dixylidine, phénylnaphtylamine, crésylnaphtylamine, xylylnaphtylamine, dinaphtylamine.

Nous avons pu également, en introduisant des radicaux alcooliques dans les monamines secondaires précédentes, obtenir des monamines tertiaires capables de se transformer en matières colorantes : Méthyldiphénylamine, benzyldiphénylamine, méthylditoluylamine, éthylditoluylamine, benzylditoluylamine.

Transformation de la diphénylamine en bleu. — Presque tous les agents oxydants qui convertissent l'aniline commerciale en rosaniline peuvent opérer la transformation de la diphénylamine commerciale (mélange de diphénylamine et de ses homologues) en matière colorante bleue. Mais de tous ces réactifs, celui dont l'emploi nous a paru le plus avantageux sous le rapport du rendement, de la rapidité de l'opération, de la facilité de la purification du bleu obtenu, c'est le sesquichlorure de carbone. La réaction est très-nette. Le sesquichlorure de carbone passe à l'état de protochlorure et distille.

L'opération se pratique dans des cornues en fonte émaillée, munies d'agitateurs et chauffées au bain d'huile. Elles peuvent contenir environ 40 à 50 litres. On prend 12 kilogrammes de sesquichlorure de carbone et 10 kilogrammes de diphénylamine commerciale. On chauffe graduellement jusqu'à 180 degrés. La réaction commence vers 160 degrés. On maintient le thermomètre entre ces deux points, pendant trois ou quatre heures; 6 atomes de chlore

enlèvent 6 atomes d'hydrogène à trois molécules des monamines secondaires, qui se soudent pour donner naissance à une molécule d'une triamine tertiaire colorante. Il se produit un abondant dégagement d'acide chlorhydrique et il distille du protochlorure de carbone : on le recueille dans une éprouvette graduée, sur laquelle on a marqué d'avance le volume que doit occuper le protochlorure correspondant au sesquichlorure employé. Lorsque cette quantité est obtenue, la réaction est terminée.

On coule alors, sur des plaques de tôle, la matière colorante qui devient cassante par le refroidissement et se présente sous un bel aspect métallique.

Purification. — Le bleu en cet état n'est pas assez pur pour les besoins de la teinture ; il exige une purification qui peut être faite suivant différentes méthodes, mais il nous suffira de citer la suivante :

Une partie de bleu brut est dissoute dans deux partie d'aniline tiède. Cette solution est versée dans dix fois son poids de benzine, petit à petit et en agitant constamment. Cette opération se fait à froid, dans un vase fermé, pour éviter l'évaporation ; on peut la répéter plusieurs fois, puis le bleu recueilli est lavé avec cinq fois son poids de benzine, dans un appareil fermé. Cette matière dans cet état est propre déjà aux usages de la teinture ; on peut, s'il est nécessaire, la purifier davantage en la transformant en base, par l'ébullition dans une solution étendue de potasse dans l'alcool, et en précipitant la solution filtrée de cette base dans l'alcool, par un acide tel que l'acide chlorhydrique. Le bleu obtenu se présente alors sous la forme d'un précipité cristallin, qui, lavé et séché, constitue une magnifique matière colorante.

Tel est l'ensemble des opérations qui nous ont permis d'obtenir une matière colorante bleue, sans prendre la rosaniline comme point de départ, et d'éviter par suite l'emploi de l'acide arsénique. Cette nouvelle méthode, dont nous avons montré la généralité dans diverses publications, dès 1866, est devenue féconde. Divers chimistes et industriels, tels que MM. Bardy, Poirrier, Dusart et Lauth l'ont appliquée et perfectionnée ; ils ont préparé ainsi les matières colorantes violettes que l'on n'obtenait qu'en soumettant la rosaniline à l'action des iodures alcooliques, par l'action des agents déshydrogénants sur les monamines secondaires, à la fois aromatiques et alcooliques, telles que la méthylaniline, la méthyltoluidine, la diaméthylaniline, etc.

Il ne reste donc plus qu'à produire le vert au moyen des monamimes secondaires ou tertiaires, pour que la solution du problème indiqué soit aussi complète que possible, dans les termes que nous avons posés. De nombreuses expériences nous permettent de prévoir que ce moment n'est pas éloigné.

ÉTUDE DE L'ALUNAGE DES LAINES A TEINDRE,

EFFETS DES DOSES RELATIVES D'ALUN, DE LAINE ET D'EAUX DIVERSES, DE LA TEMPÉRATURE ET DE LA DURÉE DE LA RÉACTION.

Par PAUL HAVREZ,
Directeur de l'Ecole professionnelle de Verviers.

Avant de donner les conclusions du grand mémoire dont M. Paul Havrez vient de terminer la publication dans le *Bulletin du Musée de l'industrie*, que M. Eugène Gaulthy, son rédacteur actuel, a complétement régénéré depuis quelques années, nous allons faire précéder ces conclusions du rapport que MM. Donny, Melsens et Dewalque ont fait sur ce grand travail à l'Académie des sciences de Belgique. Dr Q.

RAPPORT.

On sait que, pour fixer la plupart des matières colorantes sur les tissus, il faut au préalable faire passer ces derniers dans un bain salin, ordinairement à base d'alun, qui porte le

nom de mordant. L'action du mordant ne se borne pas à rendre le principe colorant insoluble et comme combiné à la matière textile : elle agit aussi sur la couleur, qu'elle modifie sous le triple rapport de sa nuance, de sa pureté ou bruniture et de son intensité.

Un illustre chimiste, M. Chevreul, a consacré de longues recherches, dont les résultats sont exposés dans les tomes XXIV et XXXIV des *Mémoires de l'Académie des sciences de Paris,* à déterminer l'influence du mordançage à l'alun, seul ou associé à la crème de tartre, sur la teinture de la laine, de la soie et du coton. Mais l'éminent directeur des Gobelins avait laissé de côté l'étude de l'influence des *doses* du mordant, et les résultats obtenus présentaient des divergences notables qui restaient sans explication.

L'auteur du mémoire renvoyé à notre examen, M. P. Havrez, professeur de chimie et directeur de l'École professionnelle de Verviers, a cherché à éclairer ces points restés obscurs, en bornant ses recherches à la laine. Il est arrivé à constater des faits inattendus, dont il a recherché la cause, et l'explication qu'il en donne nous permet enfin de nous rendre compte du mordançage lui-même, comme de l'influence de diverses circonstances dont le rôle était resté inconnu, ce qui avait retenu cette partie de l'art de teindre dans des voies purement empiriques.

L'auteur a d'abord mordancé de la laine : 1° dans des bains tièdes; 2° dans des bains bouillants, à l'aide de doses d'alun, au nombre de onze, qui s'élèvent graduellement de 1 vingtième pour 100 de laine à 100 pour 100.

Après avoir teint ces laines par diverses matières colorantes (cochenille, garance, gaude, quercitron, bois jaune, bois rouge et campêche), il a évalué, à l'aide des échelles chromatiques de M. Chevreul, les trois modifications, nuance, bruniture, intensité, des teintes produites par ces accroissements successifs des doses de mordants. De ces expériences il ressort qu'un bain faiblement aluné agit comme bain alcalin, et un bain chargé d'alun comme bain acide. L'auteur avait cherché l'explication de ce double fait dans les traces de soude que retient la laine dégraissée, dans le calcaire en dissolution dans l'eau du bain, et enfin dans l'ammoniaque résultant de l'altération du principe gélatineux de la laine, lorsque notre savant confrère, M. Stas, lui signala comme cause normale la dissociation de l'alun. C'est cette explication que l'auteur a mise hors de doute par de nombreuses expériences.

Après avoir rappelé divers exemples de décompositions signalées par les auteurs et explicables par la *dissociation,* l'auteur a étudié à ce point de vue la différence d'action des sulfates de fer et de cuivre, suivant qu'on les emploie à faible dose ou à forte dose. Les résultats obtenus, en confirmant les précédents, trouvent de même leur explication dans la dissociation des solutions étendues de ces sels. Ils n'intéressent donc pas seulement les praticiens, mais ils jettent un jour nouveau sur une partie de la science qui est appelée à diriger la pratique.

Dans le deuxième chapitre, l'auteur cherche ensuite à déterminer la part d'influence qu'il faut attribuer aux circonstances qu'il avait d'abord considérées comme la cause essentielle de l'action alcaline d'un bain d'alun très-étendu. Il examine successivement :

a) L'influence du calcaire en dissolution dans l'eau. Des expériences entreprises sur trois eaux marquant respectivement 2, 7 et 27 degrés hydrotimétriques lui permettent de constater que le calcaire produit sur la teinture le même effet qu'une diminution de mordant.

b) L'influence de l'état acide ou neutre de la laine et de l'eau employées. A cette fin, après avoir préalablement lavé la laine à l'eau distillée, il la fait tremper dans l'eau acidulée par l'acide azotique, puis il la mordance avec 1/2 et avec 1 pour 100 d'alun, puis finit par la teindre au campêche, au bois rouge et à la cochenille. L'action comparée de ces deux mordançages s'explique encore par la dissociation de l'alun.

Une autre série de recherches a eu pour but de contrôler ces résultats, en examinant jusqu'à quel point la présence d'une petite quantité d'acide libre s'opposerait à la dissociation du mordant par l'eau. Des résultats obtenus, l'auteur conclut que la présence d'un acide libre en léger excès n'empêche pas la dissociation, mais diminue la dose d'alumine absorbée par la laine.

c) L'influence de la température du bain de mordançage et de sa durée. Diverses séries

d'expériences ont montré que l'alunage le plus dilué, le plus chaud et le plus prolongé produit la dissociation la plus étendue et fixe le plus d'alumine.

L'auteur recherche ensuite l'influence de la proportion de la laine et celle de ses apprêts sur la quantité d'alumine dissociée et fixée. Il constate que la quantité relative de la laine, par rapport à celle de l'alun, exerce une influence plus considérable que celle de l'eau, et que les apprêts acides, par exemple le soufrage sans rinçage, diminuent la dose d'alumine fixée; ce qui était à prévoir d'après les résultats d'une addition d'acide au bain.

Dans un troisième chapitre, l'auteur revient en détail sur les expériences entreprises dans le but de rechercher l'influence des doses fortes ou faibles d'alun sur la teinture à l'aide des diverses matières colorantes que nous avons énumérées plus haut. Les résultats sont résumés sous forme de tableaux, comme la plupart des précédents, à l'aide des notations de M. Chevreul. La lecture de ces tableaux, trop compactes d'ailleurs sur le manuscrit, est très-difficile pour celui qui n'est pas familiarisé avec ces symboles; mais nous avons cru voir là un inconvénient inhérent au sujet.

Le quatrième chapitre présente le résumé de ces longues recherches, opérées sur des centaines d'échantillons de laine, qui sont conservés dans les collections de l'École professionnelle de Verviers. L'auteur y revient sur les résultats obtenus et les explique à l'aide de la dissociation du mordant, suivie de l'absorption graduelle et très-inégale de ses éléments par la laine; c'est une sorte de dialyse où la laine joue le rôle de corps poreux. Il finit par résumer les diverses circonstances de dose, de température et de durée qui conviennent aux diverses teintures que nous avons énumérées.

Nous avons donc l'honneur de proposer à la classe de donner son approbation au mémoire de M. Havrez, et d'engager l'auteur, en le remerciant de sa communication, à le présenter à un recueil technique, où il trouvera un excellent accueil.

CONCLUSIONS

SUR LA THÉORIE DE L'ALUNAGE DES LAINES A TEINDRE.

(Extraites du mémoire de M. Paul Havrez et rédigées par lui-même.)

I. Parmi les principaux faits que présente la laine pure réagissant sur une solution d'alun dans l'eau pure, nous sommes amenés à constater :

1° Deux causes essentielles ;

2° Leurs effets sur le bain et sur la laine ;

3° Les circonstances de durée, doses, température, etc., qui développent les deux causes, augmentent leur action sur l'alunage, leurs effets sur la teinture.

I. — Causes qui agissent pendant l'alunage.

II. Elles paraissent être : 1° *la dissociation* de l'alun par l'eau plus ou moins chaude. Il se produirait un mélange (1) d'alun, d'hydrate d'alumine et d'hydrate sulfurique (observons que l'alun peut être remplacé par le sulfate d'alumine, quoique celui-ci donne des teintes plus rouges).

$$\frac{Al_2(SO^4)_3}{H_6O_6H_6} = \left\{ \frac{Al_2O_6H_6}{H^2{}_3(SO^4)_3} \text{ ou } \begin{matrix} Al^2O^3,3SO^3 \\ +3H^2O,3H^2O \end{matrix} \right\} = \left\{ \begin{matrix} Al^2O^3,3H^2O \\ 3(H^2O,SO^3) \end{matrix} \right. \text{ ou } \left\{ \begin{matrix} \text{sulfate et alumine} \\ \text{et} \quad\quad \text{et} \\ \text{eau et acide.} \end{matrix} \right\}$$

III. 2° L'*absorption*, puis la réaction et l'adhésion séparée, spéciale et certainement inégale des deux hydrates et de l'alun dans la laine. — M. Chevreul a constaté (9e *Mémoire sur la teinture*, t. XXIV, p. 440, *Mémoires de l'Académie des sciences*) que dans les mêmes circonstances de dilution, de durée et de température :

---

(1) L'équilibre de ce mélange doit être analogue à celui étudié par MM. Péan de Saint-Gilles et Berthelot pour : 1° l'eau ; 2° l'éther composé ; 3° l'alcool ; 4° l'acide (*Annales de chimie et de physique*, 3e série, t. LXVIII, p. 225). — Voir la note p. 601 relative aux résultats de M. Tichborne sur l'existence de l'hydrate d'alumine dans la solution d'alun.

1,000 parties de laine absorbaient 24 parties 8 d'acide sulfurique, tandis qu'elles n'absorbent que 10 parties d'alun.

L'étude de l'absorption par la laine d'alun mêlé d'acide sulfurique nous a prouvé aussi, comme nous l'exposerons dans une note spéciale, que l'acide est plus absorbé que l'alun, car les alunages subséquents dans le bain employé n'y révèlent que l'alun et peu ou pas d'acide.

Cette absorption inégale, qu'on appelle alunage ou mordançage, est donc une forme, une variété de dialyse où le corps poreux est la laine qui transporte, puis démasque les substances dissociées qu'elle contient, lorsqu'on la plonge dans une décoction de colorants.

L'absorption fixe la dissociation, la rend permanente ; elle lui donne une sorte d'état solide et stable, ultérieurement visible dans les réactions sur les matières tinctoriales.

Nous allons examiner les effets de ces deux actions successives : dissociation et absorption sur le bain d'alun et sur la laine alunée.

II. — Effets de cette dissociation et de cette absorption.

A. *Sur le bain d'alun.*

IV. La théorie de la dissociation de l'alun par l'eau a été parfaitement confirmée par l'étude des bains d'alunage.

L'acide sulfurique dissocié étant fixe, ne pouvant (comme l'acide chlorhydrique) être dégagé pendant l'ébullition du sulfate d'alumine, on conçoit que si le bain n'agit pas sur la laine (ou n'agit que sur des quantités très-faibles et pendant peu d'instants), la dissociation ne se manifestera par aucun effet sensible, le rapport entre les constituants dissociés restant celui qui constitue l'alun.

Mais si un dialyseur ou si de la laine intervient, l'acide sulfurique étant plus absorbé par elle que ne l'est l'alumine, celle-ci dominera bientôt dans le bain.

Ainsi, *le bain d'alunage sera d'autant moins riche en acide sulfurique, d'autant plus chargé d'alumine basique qu'il aura agi sur une plus grande masse de laine pure*, soit qu'elle ait réagi en une seule fois, soit qu'elle ait été ajoutée successivement (série d'alunages), soit qu'elle ait produit une suite d'absorptions en agissant pendant un temps très-prolongé au bouillon.

V. C'est en effet ce qu'ont prouvé tous nos essais, et notamment les teintures de *séries* de laines, soit neutres, soit légèrement acidulées, soit soufrées, qui ont successivement été alunées dans un même bain d'alun. L'alumine basique y manifeste de plus en plus sa prédominance et par l'action de ce bain sur la teinture de tournesol, et par les teintures plus bleues et plus fournies qu'elle fait prendre aux laines, et enfin par le précipité blanc d'alumine déshydratée qui augmente de plus en plus dans le bain.

Examinons pourquoi ce précipité ne se manifeste pas d'abord. L'alumine dissociée de l'alun doit évidemment exister d'abord dans le bain sous sa forme soluble (1).

D'ailleurs, même après un premier alunage, l'excès d'alumine basique qui reste dans le bain est à cet état soluble.

En effet, une solution de 1 partie d'alun dans 1,000 à 5,000 parties d'eau distillée où 100 parties de laine se sont alunées, ne se trouble pas par l'addition de carbonate de soude. Il faut l'ébullition pour faire apparaître dans ce cas les flocons en partie déshydratés d'alumine insoluble $Al^2H^4O^5$.

On conçoit donc que l'*alumine soluble qui s'accumule dans un bain d'alunage ne se précipite que par l'action d'une ébullition prolongée*, ce qui arrive après une suite d'alunages. En rinçant les laines qui ont bouilli longtemps dans ces bains déjà employés d'alun, on les trouve chargées de farine blanche insoluble d'alumine déshydratée.

---

(1) D'après les recherches de M. Tichborne, « les solutions aluminiques se décomposent partiellement lorsqu'on les chauffe à 100 degrés, mais il faut employer un grand excès d'eau et envoyer dans le liquide de la fiole un rayon de soleil pour apercevoir dans ce cas un précipité floconneux » (c'est l'alumine dans son état appelé soluble). « Une solution d'alun ordinaire donne, à 177 degrés, un précipité cristallin qui contient presque toute l'alumine. »

La certitude et l'utilité de toutes mes conclusions sur l'alunage sont donc chaque jour mieux démontrées.

B. *Effets des deux hydrates dissociés sur la laine : 1° en dose plus forte que 15 fois le poids d'alun ; 2° en dose faible.*

VI. La *laine* plus ou moins modifiée déjà par ses apprêts (dégraissage par les alcalis, soufrage, rinçage incomplet dans des eaux calcaires, etc.) et les *matières minérales,* ferrugineuses notamment, qu'elle contient, après l'absorption inégale de l'hydrate sulfurique et de l'hydrate aluminique, *doivent réagir d'une manière très-différente sur chacun d'eux.* — On sait combien plus énergique est l'action des alcalis que celle des acides sur la laine ; l'étude de ces deux actions va donc nous donner l'explication probable de ce qui arrive à la laine pendant son alunage, et notamment de son altération profonde quand la dose d'alun est faible, et de sa conservation quand la dose est forte.

Acide sulfurique étendu et laine.

VII. M. Chevreul a constaté (9e *Mémoire sur la teinture,* p. 484) la formation de sulfate d'ammoniaque aux dépens de la laine qui trempe à froid dans un bain d'alun. Il a vu aussi que les substances minérales, et surtout les matières ferrugineuses de la laine, se dissolvaient et s'éliminaient pendant son trempage dans un bain étendu d'acide sulfurique (1,000 parties laine laissent normalement 1 partie 1 de cendre (rouille et silice) ; après son trempage dans l'eau acide, elle ne laisse que 0 partie 53 de cendre siliceuse sans fer).

Les couleurs que prend la laine passée à l'acide, puis dans des bains de teinture, paraissent (Chevreul, *id.,* p. 470) plus pures, moins rabattues que celles sur des laines non préparées. C'est aussi ce que nous a montré la teinture des laines soufrées, chargées d'acide sulfurique. Il nous a semblé aussi que la laine se blanchissait dans l'acide sulfurique et dans l'acide oxalique.

Gerhardt a aussi remarqué la formation de sulfate d'ammoniaque quand de l'acide sulfurique étendu réagit sur la laine *Chimie organique appliquée à la physiologie végétale,* (p. 287, et *Chimie organique,* t. IV, p. 498 et 509). Outre ce sulfate d'ammoniaque, il se produirait du sucre, de la tyrosine et de la leucine.

VIII. En résumé, l'acide sulfurique est énergiquement absorbé par la laine ; il faut, d'après les expériences de M. Chevreul, beaucoup d'eau pour épuiser la laine d'acide, et après cette action les bases minérales (chaux et rouille) sont éliminées, ce qui donne des teintes plus pures. L'acide pourra exister dans les pores de la laine quand celle-ci sera en quantité trop faible (moins de 15 fois le poids du sulfate) pour le neutraliser en formant du sulfate d'ammoniaque. — L'acide sera neutralisé et annulé quand la masse de laine sera *forte* (plus de 15 fois le poids de sulfate) et qu'elle réagira *longtemps* au *bouillon.*

IX. En effet, *plus de* 15 *parties de laine et* 1 *partie d'alun* donnent après l'ébullition un bain qui ne rougit plus le tournesol, ni les teintures de campêche, Brésil, etc., que prend subséquemment la laine. Il ne reste plus assez d'acide pour maintenir l'hydrate d'alumine en solution ; et on voit cette substance se précipiter en farine blanche, en partie déshydratée probablement.

Cette action alcaline de la laine se montre même quand cette laine est préalablement acidulée. Après une série d'alunages, un bain d'alun devient neutre et même alcalin d'après sa réaction sur le tournesol ; et il est possible que le sulfate d'ammoniaque formé aide à bleuir les teintes subséquentes ; la présence de sulfate ferrique brun se manifeste aussi peu à peu dans le bain après quelques alunages.

X. S'il y a *moins de* 15 *parties de laine pour* 1 *partie d'alun* et un bouillon pas trop prolongé, l'acide dissocié montre sa présence dans la laine, il y reconstitue probablement du sulfate d'alumine avec excès d'acide ; en tous cas, il se manifeste dans le bain et sur la laine en rougissant, pâlissant et avivant le tournesol ou les teintures ultérieures de la laine par les décoctions de campêche, Brésil, etc. Il retient l'alumine en solution pendant l'alunage et l'empêche de prendre l'état déshydraté insoluble $H^4O^5Al^2$ et d'altérer, brunir, ternir la laine et les teintures qu'elle prend ensuite.

L'excès d'alun, et par suite d'acide sulfurique dissocié et surtout absorbé, purifie la laine de ses matières ferrugineuses, ce qui purifie et éclaircit ses teintures. Plus il y a d'alun, et

plus la laine est chargée d'acide sulfurique, qui retient l'alumine et s'oppose à la formation ultérieure de laques colorées, plus aussi les teintes pâlissent et rougissent.

Hydrate d'alumine soluble et laine.

XI. Nous venons de voir que cet agent dissocié ne peut agir que quand la forte masse de laine (15 parties pour 1 partie d'alun) neutralise l'acide par une longue ébullition. — Quand la masse de laine est faible et celle d'alun forte, l'acide prédomine dans la laine et doit réagir sur l'hydrate d'alumine et contrarier son action sur la laine et sur les teintures.

L'hydrate aluminique domine dans tout bain d'alun, d'où, soit un excès de laine, soit une suite de laines ont, par une longue ébullition, enlevé l'acide sulfurique. C'est ce que nos essais ont constaté : l'excès d'alumine se fait voir alors par le blanchiment du bain bouillant et par les teintes de plus en plus bleues et fournies qu'elle donne aux teintures par le campêche ou le Brésil de laines successivement alunées dans ce même bain.

C'est donc quand il y a plus de 15 parties de laine pour 1 partie d'alun que l'action de l'hydrate aluminique se fait voir sur la laine ; or, cette laine *s'altère* alors fortement ; elle brunit, dégage pendant l'ébullition des gaz odorants, et elle ne prend plus ultérieurement que des teintes ternes. Aussi il faut éviter dans ce cas une ébullition prolongée. Cette altération se rattache probablement à l'action énergique qu'exercent les hydrates alcalins sur la laine. (Voir Gerhardt, *Chimie*, t. IV, p. 498, pour la production d'ammoniaque qui se fait dans ce cas ; voir aussi le récent *Compte-rendu* de l'Académie des sciences du 20 mars 1871. Notes de M. Champion (p. 331) et de M. Chevreul (p. 333) sur l'acide lanuginique qui se formait alors). Cette explication nous semble admissible, puisque la laine bout impunément soit avec $\frac{1}{100}$ d'alun mêlé d'un peu d'acide, soit avec un excès d'alun, tandis que $\frac{1}{100}$ d'alun pur l'altère quand le bouillon dure plus d'un quart d'heure. (Voir la restriction faite ci-après, § 19.)

XII. (Nous ferons encore observer que l'hydrate aluminique ne doit pas demander le bouillon pour s'unir à la laine employée en forte dose, et nous avons parfaitement bien mordancé à tiède de la laine à l'aide d'hydrate aluminique maintenu en solution par de l'acide acétique. Ces alunages à tiède conservent la laine, ainsi que l'activité chimique de l'hydrate aluminique fixé.)

XIII. La laine peut aussi avoir une action coagulante spéciale en même temps qu'absorbante sur l'hydrate d'alumine soluble, et il n'est pas sans importance de rappeler que Graham (*Comptes-rendus*, t. LIX, p. 174, 1864) a trouvé que la coagulation de l'acide silicique soluble est favorisée par le contact de corps solides, ainsi de poudre de graphite, etc.

Quant à l'adhérence que contracte l'hydrate aluminique avec la laine, et que des rinçages prolongés ne peuvent vaincre, elle me paraît se rattacher aux phénomènes d'adhésion entre colloïdes (1).

---

(1) Je crois pouvoir aussi faire remarquer que les bases dues à la dissociation que l'on emploie pour mordancer la laine sont des colloïdes (hydrates ferriques, aluminiques, stanniques, etc.), et j'attirerai l'attention sur les mots suivants de M. Graham (*Comptes-rendus*, t. LIX ; *Bulletin de la Société chimique*, t. II, p. 179) : « Un caractère dominant des colloïdes, c'est la tendance de leurs particules à adhérer les unes aux autres, à s'agréger et à se contracter, à se coaguler. Dans la gelée elle-même, cette contraction se continue et se termine par la production d'une masse dure, pierreuse, vitreuse. La cohésion intense de la colle de poisson desséchée dans une capsule de verre au-dessus de l'acide sulfurique dans le vide, fait que la gélatine, en se contractant, déchire et emporte avec elle la surface du verre. Le verre lui-même est un colloïde et l'adhésion des colloïdes entre eux paraît plus puissante qu'entre colloïde et cristalloïde. Ainsi la gélatine desséchée, comme ci-dessus, sur des plaques de spath d'Islande n'y adhère pas... »

Ne serait-ce pas à l'état colloïdal de la laine, plus prononcé que celui de la soie et du coton, qu'il faut attribuer l'adhérence plus grande qu'elle contracte avec l'alumine ?

L'art des mégissiers et des hongroyeurs (voir Gerhardt, *Chimie*, t. IX, p. 503 et 510) repose aussi sur cette imprégnation des peaux par l'alumine fournie par le chlorhydrate d'alumine, malgré la présence de l'acide sulfurique ou le mélange de sel marin et d'alun.

III. — Circonstances de durée, doses, température, etc., qui accroissent les dissociations et absorptions de l'alunage.

XIV. Examinons les actions qui accroissent la quantité d'hydrates dissociés dans un mélange en équilibre : d'eau, d'hydrate d'alumine, d'hydrate sulfurique et de sulfate aluminique ou d'alun.

Ces actions sont celles de : A la masse d'eau ; B sa température ; C la masse (de laine) absorbante, dialysante ; D la durée de son action.

A. *Action de la masse d'eau.*

XV. La théorie de la dissociation qui nous a conduit à rechercher l'influence dissociante que devait avoir l'accroissement de la masse d'eau distillée (1), a été ici confirmée par tous nos résultats (§§ 12, 16, 17 et 42).

L'addition d'eau pendant l'alunage augmente la dose d'alumine fixée sur la laine, puisque celle-ci prend ensuite des teintes plus bleues (d'un type de M. Chevreul), plus pures et même plus foncées.

Sans la dissociation provoquée par la masse d'eau, la dilution plus grande de l'alun aurait dû affaiblir les effets de l'anulage et pâlir les teintes subséquentes. — Le contraire prouve que la dissociation existe. On sait que MM. Péan de Saint-Gilles et Berthelot (*Annales de chimie et de physique*, 3e série, t. LXVIII, p. 225) ont trouvé que la décomposition en alcool et en acide d'un éther composé augmente d'une manière continue avec la quantité d'eau ; le phénomène est représenté par une coupe hyperbolique.

B. *Action de la température de l'alunage.*

XVI. La chaleur du bain d'alun dilatant les pores de la laine, les purgeant mieux d'air, doit augmenter l'absorption des hydrates dissociés. Elle doit aussi accroître l'énergie des réactions des matières minérales et ammoniacales de la laine sur l'acide sulfurique dissocié. La chaleur contribue donc à rompre l'équilibre entre les quantités dissociées, et par suite provoque de nouvelles dissociations et augmente la quantité totale d'alun successivement dissocié et absorbé. *La forte température doit ainsi agir comme un alcali pendant l'alunage.* C'est ce que toutes nos expériences ont confirmé. Les recherches sur le chloride ferrique ou stannique et l'eau ont montré qu'à chaque température devait correspondre un équilibre spécial entre les quantités, d'une part, d'eau et de chloride ferrique ou stannique, d'autre part, d'acide chlorhydrique ou d'oxyde ferrique ou stannique (2). Il semble aussi résulter de tous nos essais qu'*à froid le sulfate aluminique (ou l'alun) dominerait dans la solution aqueuse, tandis qu'une température élevée ferait dominer les hydrates sulfurique et aluminique dissociés.* (Cela vient d'être confirmé : voir la note p. 601.)

La solubilité de l'alun, si différente à froid et à chaud, peut aussi influencer cet équilibre. — La déshydratation de l'alumine par la chaleur et sa précipitation à l'état inactif peut aussi intervenir quand une forte masse de laine a enlevé l'acide sulfurique; cette décomposition de l'alumine doit agir alors comme une absorption de l'hydrate dissocié et provoquer de nouvelles dissociations.

C. *Action de la quantité de laine.*

XVII. Cette quantité peut agir simultanément ou successivement sur un même bain d'alun. Or, plus il y a de laine, plus il y a d'hydrates dissociés (d'hydrate sulfurique notamment) enlevés au bain, l'équilibre moléculaire est rompu, et, par suite, une nouvelle dose d'alun est amenée à son tour à se dissocier, et ainsi de suite : *la quantité d'alun dissocié avec neutralisation d'acide et fixation d'alumine doit augmenter avec la masse de laine. Cette masse agit donc*

---

(1) On connaît la dissociation du sulfate d'éthyle par l'eau avec formation d'hydrate d'éthyle (alcool) (Berthelot). Cette dissociation doit faire prévoir celle des autres sulfates. Voir aussi les recherches de Péan de Saint-Gilles et de Berthelot sur la décomposition par l'eau des éthers composés (*Bulletin de la Société chimique*, t. I, p. 338 (1864); *Comptes-rendus*, t. LVI, p. 1158).

(2) Voir Debray, *Comptes-rendus*, t. LXVI, p. 93 ; *Bulletin de la Société chimique*, 1869, t. XIV, p. 346. C'est au-dessus de 27 degrés que l'eau réagit sur le chlorure ferrique dissous et que la liqueur brunit.

comme un alcali pendant l'alunage. Nous avons parlé ci-dessus de l'action coagulante spéciale que pouvait avoir la laine dans un bain d'hydrate aluminique soluble.

D. *Action de la durée de l'alunage.*

XVIII. L'action prolongée du bain dissocié provoque une suite d'absorptions par la laine, d'où une suite de dissociations. La durée accumule les réactions des deux hydrates dissociés sur la laine; à chaque instant l'absorption par la laine des molécules d'hydrate sulfurique dissocié rompt l'équilibre moléculaire et provoque la formation de nouvel hydrate sulfurique, et cela continue aussi longtemps que cette absorption peut se faire.

Nous avons constaté qu'elle continue encore après cinq heures d'ébullition. Un long alunage au bouillon constitue une série accumulée de dissociations et d'absorptions d'alumine basique, avec saturation de l'acide par les éléments de la laine, et donne des teintures moins bleues, moins rouges avec le campêche et le bois rouge.

Nos expériences nous ont montré que même dans le cas d'une série d'alunages par un même bain, de laines *soufrées,* chargées d'acide sulfurique, qui ainsi accumulaient de plus en plus de l'acide dans le bain d'alun, le quatrième alunage peu prolongé et à tiède faisait prendre ultérieurement à la laine du violet pâle et terne $\left(2\mathrm{V}\,\frac{1}{10}\,7^{t}\right)$ dans un bain de campêche, tandis que le cinquième alunage où moins d'alumine et plus d'acide sulfurique ont dû réagir, mais qui avait duré au *bouillon pendant cinq heures* (ce qui avait réduit par évaporation le bain au quart du volume primitif), a fait prendre à la laine du bleu violet assez pur et très-intense $\left(0.5\,\mathrm{BV}\,\frac{1}{18}\,13^{t}\right)$. Le sixième alunage suivant, fait à tiède, fournit aussi du violet. — La durée du bouillon a donc une action alcaline des plus influentes.

XIX. *Remarque.* Le bouillon prolongé cinq heures n'avait pas altéré la laine, quoique la quantité d'alumine restée dans le bain après quatre alunages dût être faible, et cela parce que la quantité d'acide sulfurique neutralisant l'action altérante de l'alumine, et purgeant la laine de la rouille ferrugineuse, était assez forte. La laine était restée assez belle et pure pour prendre une sorte de rouge pur dans la décoction de bois rouge $\left(1\,\mathrm{R}\,\frac{0.5}{10}\,11^{t}\right)$. Ainsi : 1° *la longue durée d'un alunage bouillant n'altère pas ou presque pas la laine quand il y a peu d'alun, pourvu qu'en même temps il y ait un excès d'acide sulfurique dans le bain ;* 2° *la longue durée de l'alunage agit encore comme un alcali et tend à rendre basique l'alunage, malgré l'excès d'acide en présence.*

La durée et la quantité de laine agissent donc de même pendant l'alunage, en augmentant le total de dissociations et d'absorptions, l'une par succession, l'autre par simultanéité; elles donnent un état basique à l'alumine adhérente à la laine, et bleuissent ses teintures par les bois de campêche et de Brésil.

XX. En résumé : A. — Les teintes bleues au campêche, pourpres au bois rouge dues à l'hydrate basique d'alumine s'obtiennent :

1° Par une dose relativement faible d'alun;
2° Par une dose relativement forte d'eau;
3° Par une dose relativement forte de laine (plus de 15 fois le poids d'alun);
4° Par une longue durée de mordançage;
5° Par une température élevée au mordançage et à la teinture;

Ou 6° par l'addition à l'alun d'alcali ou de sels alcalins, ou de sels neutres à acide volatil (acides chlorhydrique, acétique, azotique, etc.) ou peu soluble (acide arsénieux, etc.). L'addition de ces corps permet de diminuer la température et la durée de l'alunage. Une petite dose d'alun $\left(\frac{5 \text{ à } 10}{1000} \text{ pour 1 de laine}\right)$ charge ainsi la laine d'hydrate d'alumine.

B. — Les teintes violacées au campêche, rouges au bois rouge, s'obtiennent par les *circonstances inverses.* Une forte dose d'alun agit en fixant sur la laine non-seulement de l'hydrate d'alumine, mais encore de l'hydrate sulfurique, donc du sulfate aluminique.

Un excédant d'alun peut donc se remplacer, mais non d'une manière proportionnelle, par de l'acide sulfurique (1), du bisulfate de potasse ou d'autres sels acides bitartrates, bioxalates, etc., par un alunage peu prolongé et tiède ou à froid, par le soufrage ou par les apprêts acides.

Une diminution d'alun équivaut au contraire à une *production d'alumine basique*, c'est-à-dire à une addition de soude, de sel alcalin, de sel marin, etc., ou à un alunage très-long et très-chaud; l'état calcareux ou alcalin des eaux agit de la même manière, ainsi que le rinçage de laines soufrées et d'acide sulfurique.

XXI. L'acide sulfurique d'un excédant d'alun a une action purificatrice spéciale qui élimine les sels de fer de la laine. Le soufrage a le même rôle (2). Les rinçages acides ou le soufrage contibuent à donner des teintes plus jaunes rouges et pures à la laine, et beaucoup plus fournies s'il s'agit de la cochenille.

XXII. La théorie de l'alunage basée sur l'absorption inégale par la laine des hydrates dissociés, explique non-seulement tous les phénomènes que présente l'action des doses d'alun, mais encore elle prévoit les effets de l'action combinée de l'alun et : 1° d'acides ou de sels acides de potassium; 2° de sels neutres ou basiques de potassium. Les expériences qui toutes confirment ces prévisions seront réunies dans une note spéciale.

XXIII. Des conclusions théoriques plus générales encore semblent pouvoir se déduire des résultats acquis, et devoir guider dans les recherches à faire sur l'absorption des solutions des divers sels métalliques par la laine.

Ces conclusions sont :

1. De FORTES doses de mordants (sels d'aluminium, de fer, de chrome, d'étain, de cuivre) agissent en solution comme *sels* (ou même comme *sels* et *acides*) après leur absorption par la laine.

2. De FAIBLES doses de mordants agissent sur la laine comme hydrates métalliques. La formation de ces derniers corps est aidée par un bouillon prolongé.

3. L'ABSORPTION INÉGALE par la laine des hydrates basiques et acides DISSOCIÉS, et ses RÉACTIONS SUR chacun d'eux occasionnent ces différences d'action.

4. L'EXCÈS DE SEL paraît donc pouvoir être *remplacé* par des doses faibles d'*acides* (3) ou de *sels acides* de potassium (bisulfate, bioxalate, tartre, etc.) qui dans l'eau se dédoublent en acide, plus sel neutre.

5. L'ACCROISSEMENT D'HYDRATE MÉTALLIQUE fixé viendra au contraire de l'addition d'*eau*, de sa chaleur, de la longue durée de son action.

6. La couleur que prend la LAINE PURE dans les *bains de teinture* lutte contre celle due aux premières parcelles d'hydrate acide et d'hydrate métallique absorbées par la laine. L'acide agit surtout en purifiant la laine; il semble aussi mettre ultérieurement en liberté les colorants des glucoses (ainsi le carmin-roth de la carmine). L'hydrate métallique fixe sur la laine les laques colorées diversement.

FAITS DE SYNTHÈSE.

Sur les isomères de la trichlorhydrine; reproduction de la glycérine.

Par MM. C. FRIEDEL et R.-D. SILVA.

Nous avons montré, dans deux communications précédentes, que l'action du chlore sur le

---

(1) Nous réunirons dans une note l'effet de l'addition de ces corps à l'alun. Quand il y a une dose assez forte d'acide sulfurique, ainsi 100 laine, 10 alun, 10 à 3 acide sulfurique et un bouillon prolongé, il ne doit pas se fixer d'alun, car la laine ne se teint pas avec les bois bleus et rouges, ou n'y prend qu'un jaune roux très-pâle.

(2) Les acides sulfurique et sulfureux produisant du sulfate ferreux blanc, doivent déroussir les laines ocreuses ferrugineuses.

(3) MM. Péan de Saint-Gilles et Berthelot ont montré que si, à un mélange d'alcool quelconque d'acide,

chlorure d'isopropyle engendre en même temps deux isomères : le chlorure de propylène et le méthylchloracétol. L'un des problèmes que nous nous étions posés est celui de la reproduction de la glycérine, au moyen d'un composé pouvant être dérivé d'un produit n'ayant pas la glycérine elle-même pour origine.

On sait que, dès 1857, M. Wurtz a réussi à régénérer la glycérine à l'aide du tribromure d'allyle, dérivé lui-même de l'iodure d'allyle, corps que l'on ne sait encore préparer qu'avec la glycérine. Depuis lors, beaucoup de tentatives ont été faites pour produire la glycérine de toutes pièces. M. Linnemann a même annoncé qu'il était arrivé, sinon à reproduire la glycérine, au moins à obtenir la trichlorhydrine ; ce dernier composé se formerait dans l'action du chlore sur l'iodure d'isopropyle.

M. Berthelot ayant répété l'expérience de M. Linnemann, a trouvé que, par l'action du chlore sur le chlorure d'isopropyle, il se forme bien un chlorure $C^3 H^5 Cl^3$ bouillant entre 156 et 160 degrés, comme la trichlorhydrine ; mais ce corps, traité à 170 degrés par l'eau, n'a pas fourni de glycérine, tandis que, d'après les expériences récentes de M. Bertholot, la trichlorhydrine, dans ces conditions, régénère la glycérine.

Nos premières expériences nous ayant fait voir que l'action du chlore sur le chlorure d'isopropyle n'est pas simple, mais qu'elle donne naissance tout d'abord à deux dérivés $C^3 H^5 Cl^3$ isomériques, nous avons pensé que le liquide étudié par M. Berthelot pouvait être un mélange de trichlorures isomériques renfermant peut-être de très-petites quantités de trichlorhydrine. Comme nous avions trouvé en même temps un moyen de changer la nature du produit obtenu en faisant varier l'agent de chloruration employé, nous n'avons pas désespéré d'obtenir la trichlorhydrine à l'état de pureté. Les deux isomères que fournit la chloruration par le chlore au soleil du chlorure d'isopropyle ont une constitution bien connue et vérifiée déjà par nombre de réactions ; le chlorure de propylène, qui peut se dériver du propylglycol, lequel lui-même donne par oxydation l'acide lactique, a une constitution exprimée par la formule $CH^3.CHCl.CH^2Cl$. Le méthylchloracétol, dérivé de l'acétone $CH^3.CO.CH^3$ par substitution de $2Cl$ à O, est $CH^3.CCl^2.CH^3$.

Si l'on compare les deux formules précédentes avec celle de la trichlorhydrine qui, fournissant la glycérine, doit être $CH^2Cl.CHCl..CH^2Cl$, on reconnaît que le deuxième isomère ne pourrait fournir de trichlorhydrine, à moins d'une transposition moléculaire, tandis que le passage du premier à la trichlorhydrine doit être possible par une action régulière.

On aperçoit de plus une autre conséquence de la formule assignée au méthylchloracétol ; quel que soit le mode de chloruration employé ; il ne doit fournir, à cause de sa symétrie, qu'un seul chlorure $C^3 H^5 Cl^3$. Nous avons vérifié d'abord ces deux conséquences, en traitant le méthylchloracétol par le chlore au soleil et par le chlorure d'iode.

Methylchloracétol. — La réaction du chlore au soleil, exécutée sur une quantité assez considérable de méthylchloracétol, n'a fourni qu'un seul trichlorure. Le composé bout à la température de 123 degrés. Sa densité est de 1.350 à zéro, et de 1.318 à 25 degrés. Traité par l'eau, suivant la méthode de M. Berthelot, il s'est dissous plus facilement que la chlorhydrine, et n'a laissé qu'une petite quantité d'un résidu noir liquide. L'eau ne renfermait pas de glycérine, mais un produit non volatil, se résinifiant par l'évaporation à chaud, réduisant l'azotate d'argent ammoniacal, et se présentant, après évaporation dans le vide sec, comme une masse jaune amorphe, brûlant avec une odeur de caramel. Une analyse de ce produit lui assigne une composition qui le rapprocherait d'un polymère de l'aldéhyde $CH^3.CO.CH^2O$, correspondant à l'acide pyruvique ; en l'oxydant par l'acide azotique, on a obtenu une matière ayant une odeur qui rappelait celle de l'acide pyruvique. Des expériences ultérieures sont nécessaires pour fixer la composition et la nature de ce produit.

Le résidu liquide noir ayant été distillé a fourni un produit passant d'abord entre 80 et 100 degrés. Par plusieurs distillations fractionnées, on est parvenu à le résoudre en deux liquides, dont l'un passait de 79 à 85 degrés, et l'autre de 91 à 97 degrés. Tous deux avaient une composition répondant à la formule $C^3 H^4 Cl^2$. Le dernier se confond avec le chlorure,

---

d'éther composé et d'eau, on ajoute un excédant d'acide, on augmente la proportion d'éther formé et on tend de plus en plus vers la combinaison totale. (Voir *Annales de chimie et de physique*, 3e série.)

qui s'obtient par l'action du chlore à l'ombre sur le propylène chloré. Il forme, avec le brome, un bromure $C^3H^4Cl^2Br^2$, bouillant à 205 degrés et très-stable. L'autre chlorure absorbe le brome beaucoup moins avidement, et le bromure qu'il fournit bout, en se décomposant partiellement, vers 190 degrés, autant qu'il a été possible d'en juger avec le peu de produit que nous avions à notre disposition.

Rendus ainsi attentifs à l'existence de deux propylènes dichlorés, nous avons cherché si le produit plus volatil ne se formerait pas en petite quantité à côté de l'autre, dans l'action du chlore, sur le propylène chloré. Nous avons soumis à la distillation fractionnée une assez grande quantité de produits provenant de cette réaction, et nous avons, en effet, réussi à séparer une petite quantité d'un corps bouillant entre 80 et 90 degrés. Nous sommes parvenus à l'amener à un plus grand état de pureté, en traitant le liquide par une quantité de brome insuffisante pour le saturer. Le brome se combine avec dégagement de chaleur, surtout une fois la réaction commencée, et à côté du produit bromé, bouillant vers 200 degrés, qui avait pris naissance, il restait une certaine portion de propylène bichloré, bouillant maintenant au-dessous de 80 degrés. Il commençait à distiller à 72 degrés, et la plus grande partie passait à 75 degrés. Sa composition répondait d'ailleurs à la formule $C^3H^4Cl^2$.

Nous ne pouvons pas encore établir les formules de constitution de ces deux chlorures. Traités en vase clos, à 160 degrés par la potasse alcoolique, pendant quelques heures, tous deux fournissent un éther à odeur alliacée, donnant, avec l'azotate d'argent ammoniacal, un précipité blanc.

Le trichlorure bouillant à 123 degrés, chauffé à 100 degrés avec la potasse alcoolique, fournit d'ailleurs aussi un éther précipitant l'azotate d'argent ammoniacal. Il donne en même temps des produits qui réduisent l'azotate d'argent et sur lesquels nous reviendrons.

Le chlorure d'iode agit facilement sur le méthylchloracétol et ne donne avec lui qu'un seul trichlorure identique avec le précédent.

On retombe encore sur le même produit par la fixation du chlore au soleil sur le propylène chloré. Tous ces faits sont en harmonie avec la constitution assignée au méthylchloracétol.

Chlorure de propylène. — Quant au chlorure de propylène, d'après sa constitution, exprimée par la formule $CH^3.CHCl.CH^2Cl$, il devait se prêter à la production de la trichlorhydrine. Mais il pouvait fournir, en même temps que ce dernier produit, deux isomères, dont l'un identique avec celui dérivé du méthylchloracétol et l'autre différent. Ici encore, les faits se sont trouvés en parfaite concordance avec la théorie.

Nous avons fait voir que l'action du chlorure d'iode sur le chlorure d'isopropyle $CH^3.CHCl.CH^3$ fournit exclusivement du chlorure de propylène, c'est-à-dire que la chloruration se porte de préférence sur les groupes méthyliques contenus dans la molécule isopropylique. Il était naturel de chercher dans le même réactif un moyen d'attaquer le groupe méthylique qui reste encore intact dans le chlorure de propylène.

Nous avons préparé du chlorure de propylène à l'aide de l'iodure d'allyle, mais en ayant soin d'éviter qu'il ne pût s'y mêler aucun produit allylique. Ce chlorure de propylène a été enfermé par petites portions dans des tubes scellés avec du chlorure d'iode sec, et chauffé à la température de 160 degrés pendant quelques heures. La réaction terminée, ce dont l'on s'aperçoit au dépôt d'iode et au changement de couleur, on a ouvert les tubes à la lampe, pour laisser échapper l'acide chlorhydrique formé, et l'on a traité le résidu par la potasse et par le sulfite de soude pour dissoudre l'iode. Le liquide huileux a été lavé à l'eau et séché au chlorure de calcium, puis soumis à des distillations fractionnées répétées un grand nombre de fois. Une assez grande proportion de chlorure de propylène échappe à la réaction et se retrouve à la distillation. Il ne passe que fort peu de produit vers 125 degrés, une quantité beaucoup plus notable vers 140 degrés, et une autre portion assez abondante entre 150 et 160 degrés; ensuite il n'y a plus qu'une faible proportion de produits supérieurs.

Le produit bouillant vers 140 degrés est un trichlorure $C^3H^5Cl^3$; sa densité est de 1.402 degrés à zéro et de 1.372 à 25 degrés. Il se produit aussi dans l'action du chlore sur le chlorure de propylène au soleil. Sa constitution est sans doute exprimée par la formule $CH^3.CHCl.CHCl^2$.

Quant au produit bouillant vers 155 degrés, c'est de la trichlorhydrine, mélangée avec une trace d'un tétrachlorure qu'on ne parvient pas à en séparer entièrement. Ce qui ne laisse aucun doute sur son identité, c'est, outre ses propriétés physiques, celle qu'il possède de fournir la glycérine.

L'ayant chauffé avec une grande quantité d'eau à 170 degrés, et ayant ensuite saturé l'acide chlorhydrique par le carbonate d'argent, filtré, traité par l'hydrogène sulfuré et évaporé au bain-marie, nous avons obtenu un liquide sirupeux insoluble dans l'éther, et qui, chauffé avec le bisulfate de potasse, développe l'odeur caractéristique de l'acroléine. Traité par l'iodure de phosphore, après avoir été incomplétement desséché, il donne un liquide ayant les caractères de l'iodure d'isopropyle. Traité par le même réactif après dessiccation plus complète, il donne de l'iodure d'allyle.

C'était donc bien de la trichlorhydrine, et nous sommes, par conséquent, arrivés à reproduire la glycérine avec le chlorure de propylène, corps qui peut être préparé sans partir de la glycérine elle-même. Ce qu'il est important de remarquer, c'est le secours que nous ont apporté dans ces recherches les formules de constitution fondées sur la tétratomicité du carbone, et l'accord qui se maintient entre cette théorie et l'expérience. Nous ne croyons néanmoins pas devoir nous arrêter là dans cette vérification, et nous continuerons l'étude des corps en C^3, et spécialement des isomères de la trichlorhydrine et de leurs dérivés.

—

Sur la synthèse de l'orcine.

Par MM. G. Vogt et A. Henninger.

L'orcine, la base des matières colorantes des lichens, a été l'objet de nombreux travaux; mais, jusqu'à présent, on n'était pas arrivé à reproduire artificiellement ce composé. Nous avons été assez heureux pour réussir à effectuer cette synthèse, en étudiant l'action de la potasse en fusion sur l'acide sulfoconjugué du toluène chloré.

Lorsqu'on chauffe au bain-marie le toluène chloré $C^7H^7Cl = C^6H^4ClCH^3$ avec de l'acide sulfurique, il se dissout après quelques heures. Le produit de la réaction renferme deux acides chlorocrésylsulfureux, $C^7H^6\left\{\begin{matrix}Cl\\SO^3H\end{matrix}\right.$, isomères et un excès d'acide sulfurique. Pour enlever ce dernier, on étend le liquide d'eau, et l'on ajoute assez de carbonate de baryum pour neutraliser la totalité de l'acide sulfurique libre, sans saturer les acides sulfoconjugués. On filtre alors, et l'on finit la neutralisation avec une dissolution de baryte caustique. La liqueur neutralisée contient en dissolution les sels barytiques de deux acides isomères, qui diffèrent par leur solubilité, leur forme cristalline et la proportion d'eau de cristallisation. Le moins soluble, l'*α-chlorocrésylsulfite de baryum* $(C^7H^6ClSO^3)^2Ba + 2H^2O$ est en belles lamelles rhombiques incolores; le second sel, beaucoup plus soluble, le *β-chlorocrésylsulfite de baryum* $(C^7H^6ClSO^3)^2Ba + 1\frac{1}{2}H^2O$, est en petits grains cristallins groupés en choux-fleurs; nous n'avons pas pu séparer entièrement ce sel du premier. Le sel de baryum α fournit, par double décomposition avec le sulfate de potassium, l'*α-chlorocrésylsulfite de potassium* $C^7H^6ClSO^3K$, qui cristallise en lamelles nacrées assez solubles dans l'eau froide et dans l'alcool bouillant.

Il était à prévoir que ce sel, sous l'influence de la potasse en fusion, donnerait un diphénol de la formule $C^7H^6\left\{\begin{matrix}OH\\OH\end{matrix}\right.$ identique ou isomérique avec l'orcine

$$C^7H^6\left\{\begin{matrix}Cl\\SO^3K\end{matrix}\right. + 2KHO = C^7H^6\left\{\begin{matrix}OH\\OH\end{matrix}\right. + KCl + SO\left\{\begin{matrix}OK\\OK\end{matrix}\right..$$

L'expérience a montré qu'il se forme, en effet, dans cette réaction, de l'*orcine* présentant tous les caractères de celle que fournissent les acides des lichens.

On chauffe, dans une capsule d'argent, 1 partie de sel de potassium et 2 parties de potasse caustique jusqu'à fusion; la masse brunit et dégage, vers 280 à 300 degrés, un gaz que nous avons reconnu être de l'hydrogène pur. Ce dégagement, ayant duré quelques minutes, on arrête l'opération, on dissout la masse dans l'eau, on sursature par l'acide chlorhydrique, et l'on agite avec de la benzine.

Celle-ci enlève au liquide l'acide salicylique et le crésylol formés en petite quantité dans la réaction, et laisse dans la liqueur aqueuse la presque totalité de l'orcine. Après ce traitement, on agite la liqueur à plusieurs reprises avec de l'éther et l'on soumet à la distillation la solution éthérée ; il reste un résidu brun sirupeux qui contient de l'orcine souillée par des matières résineuses et colorées. La purification de cette orcine brute nous a présenté dans le début de grandes difficultés, et, après de nombreuses tentatives infructueuses, nous nous sommes arrêtés au mode suivant.

Le résidu brun est repris par l'eau, qui sépare une partie des matières étrangères insolubles ; on filtre et l'on évapore la solution au bain-marie, dans un courant d'acide carbonique, jusqu'à consistance sirupeuse. Ce sirop étant soumis à la distillation dans le vide, il passe d'abord de l'eau, puis le thermomètre monte rapidement vers 185 degrés ; il distille alors entre 185 et 190 degrés un liquide jaunâtre très-épais, qui, à la longue, se solidifie ; c'est de l'orcine anhydre qui contient encore une petite quantité de matières insolubles dans l'eau. La solution aqueuse filtrée, évaporée dans le vide, dépose des cristaux blancs d'orcine pure.

L'orcine ainsi obtenue fond à 57°.1, renferme 1 molécule d'eau de cristallisation (1) qu'elle perd à 100 degrés et présente toutes les réactions colorées de l'orcine des lichens.

En présence de l'air, l'ammoniaque la transforme en une matière d'un brun rouge violacé qui est de l'orcéine. Sa solution aqueuse donne avec l'eau de brome un précipité de tribromorcine ; elle réduit le nitrate d'argent ammoniacal et donne avec le sous-acétate de plomb un précipité blanc qui rougit à l'air. Elle forme avec l'eau une solution sursaturée, qui ne se solidifie que difficilement ; mais, dès qu'on y projette une parcelle d'orcine naturelle, le tout se prend en masse. Les cristaux de l'orcine synthétique sont formés par un prisme *mm* avec la modification h^1 très-développée, donnant aux cristaux l'aspect de tables ; les angles observés sont :

Orcine synthétique	*mm*....	102°.40′	Orcine des lichens	*mm*.....	102°.24′
—	mh^1....	128°.43′	—	mh^1.....	128°.48′

Malheureusement, les cristaux ne présentaient pas de sommets, ce qui nous a empêché de déterminer les autres angles.

L'orcine est soluble dans le chloroforme à chaud ; elle se dépose par le refroidissement à l'état hydraté en aiguilles aplaties incolores et d'aspect nacré.

L'orcine synthétique est donc identique avec l'orcine des lichens et son mode de formation montre qu'elle est un diphénol du toluène $C^7H^6 \left\{ \begin{matrix} OH \\ OH \end{matrix} \right.$, ainsi qu'on l'avait supposé.

L'orcine est le produit principal de l'action de la potasse sur le chlorocrésylsulfite de potassium ; cependant, comme nous l'avons indiqué plus haut, il se forme par une réaction secondaire du crésylol et de l'acide salicylique. L'hydrogène dégagé pendant la fusion se substitue au chlore d'une certaine quantité de chlorocrésylsulfite de potassium et le transforme ainsi en crésylsulfite. Ce dernier, comme l'ont montré M. Wurtz et M. Barth, donne, sous l'influence de la potasse fondante, du crézylol et de l'acide salicylique, et ce fait explique la présence de ces deux corps dans les produits de la réaction.

---

(1) 0gr.1945 d'orcine hydratée séchée à 100 degrés ont perdu 0gr.0244 d'eau
0gr.2749 — — — 0gr.0351 —
ce qui conduit à 12.54 et 12.76 pour 100 d'eau ; théorie pour $C^7H^8O^2 + H^2O$: 12.67.
0gr.1701 de matière sèche ont donné 0gr.4173 d'acide carbonique ; 0gr.102 d'eau
0gr.2398 — — 0gr.5895 — 0gr.1415 —
ce qui correspond à

	I.	II.	Théorie pour $C^7H^8O^2$.
C.................	66.91	67.04	67.74
H.................	6.66	6.55	6.45

ACADÉMIE DES SCIENCES.

Séance du 17 juin 1872. — Le P. Secchi adresse une réponse à M. Respighi, dans laquelle nous lisons cette phrase : « Quoi qu'il en soit, je maintiens mes observations, assuré sur le témoignage de mes yeux, *la sincérité de ma conscience* et la bonté de mes instruments. » Ceci nous rappelle ce qu'un chimiste, Gauthier de Claubry, probablement, répondait à Dulong, qui n'était pas d'accord avec lui sur ses résultats : « J'ai pourtant bien opéré, je vous en donne ma parole d'honneur. »

— De la nature orageuse et de la répartition inégale des pluies à la surface du département de l'Hérault; par M. Ch. Martins. — « Dans le nord de la France, les précipitations aqueuses de l'atmosphère ont lieu de deux manières bien différentes. Ou bien des nuages amenés par les vents occidentaux se résolvent doucement en pluies fines et continues qui tombent sur de larges surfaces, ou bien un orage parfaitement caractérisé monte à l'horizon; l'éclair brille, le tonnerre gronde et chaque coup est suivi d'une averse abondante, mais de courte durée; puis au bout d'un temps plus ou moins long, mais qui ne dépasse pas quelques heures, l'orage se dissipe et le ciel reprend sa sérénité. Il n'en est pas de même sur les côtes du Languedoc. Depuis vingt ans que j'habite Montpellier, je suis frappé des allures de la pluie, qui sont complétement différentes de ce que j'ai observé à Paris, en Suisse et en Scandinavie.

« Sur le rivage languedocien de la Méditerranée, toutes les pluies, même celles qui durent plusieurs jours, ont un caractère orageux résultant de la superposition de deux couches de nuages chargées d'électricité contraire. Souvent les habitants du littoral voient des nuages, noirs, bas, chargés de pluie, charriés par le sud-est, défiler incessamment sur leurs têtes sans qu'il tombe une seule goutte d'eau sur la terre altérée. Mais que la température baisse un peu, que le nord-ouest commence à souffler dans les régions supérieures de l'atmosphère, que l'on entende un coup de tonnerre lointain, quelquefois isolé, et aussitôt la pluie tombe avec abondance et persiste pendant vingt-quatre heures. Des décharges électriques, dont les éclairs sont invisibles, se font entre les cumulus ou cirro-cumulus *blancs* électro-positifs amenés par le vent du nord et les nimbus *noirs*, bas et électro-négatifs poussés par les vents marins. Quand il se fait une déchirure dans la couche noire, on voit à travers cette ouverture les cumulus ou cirro-cumulus isolés caractéristiques du mistral qui naviguent, pour ainsi dire, en sens contraire au-dessus de la couche sombre qui se résout en pluie. Depuis vingt ans j'ai entendu ainsi deux cent trente-six fois le tonnerre accompagnant la pluie, sans qu'il y eût un orage proprement dit rapproché ou éloigné de Montpellier, c'est-à-dire des éclairs, des coups de tonnerre répétés et des édifices ou d'autres objets terrestres foudroyés. Quelquefois, surtout au printemps, la nature orageuse de la pluie se traduit par de la grêle ou des giboulées qui tombent avec elle.

« Cette nature orageuse de la pluie dans l'Hérault nous explique pourquoi les quantités annuelles qui tombent dans des localités très-rapprochées sont souvent si différentes. En effet, les pluies générales tranquilles, amenées par les vents du sud-ouest sur les régions océaniennes de l'Europe, ne représentent pas dans leurs moyennes annuelles les divergences qu'on est surpris de constater dans un même département. »

— Théorie des phénomènes capillaires; par M. E. Roger. Troisième mémoire.

— Observations nouvelles sur la constitution des Pyrénées; par M. Garrigou, pour servir de réponse à M. Leymerie.

— M. Dausse envoie un exemplaire du tirage à part de ses « Etudes relatives aux inondations et à l'endiguement des rivières » qui ont paru dans le tome XX des *Mémoires des savants étrangers*, qui vient de sortir de l'imprimerie Didot. Nous allons retirer ce volume, car nous possédons la *collection complète* de toutes les publications de l'Académie des sciences depuis sa fondation, en 1666, jusqu'à cette année 1872, et nous nous faisons un plaisir de les laisser consulter à nos abonnés.

— Sur un point de la théorie des surfaces; par M. Ed. Combescure.

— Sur l'intensité de la chaleur du soleil dans les régions polaires; par M. A. Genocchi. — Il a été plusieurs fois question devant l'Académie d'un travail de Plana (son illustre associé) relatif à l'intensité de la chaleur du soleil dans les régions polaires, travail dont la conclusion est que *la chaleur solaire moyenne croît du cercle polaire au pôle;* j'ai trouvé, ainsi que je viens de le prouver à l'Académie, que les prétendues lois naturelles énoncées par Plana ne ressortent que d'une suite d'inadvertances qu'il était bon de relever.

« J'ajouterai ici qu'en poursuivant mes études sur les moyennes désignées par Q pour une latitude quelconque et même pour une planète quelconque, j'ai reconnu que la chaleur solaire moyenne Q est décroissante depuis l'équateur jusqu'au pôle, si l'obliquité de l'écliptique (pour la planète dont il s'agit) ne dépasse pas 45 degrés; qu'elle est toujours croissante si cette obliquité est de 66 degrés ou au-dessus; qu'elle est décroissante depuis l'équateur jusqu'au cercle polaire si l'obliquité ne dépasse pas 56 degrés, mais décroissante encore dans le voisinage de l'équateur, et au contraire croissante dans le voisinage du cercle polaire si l'obliquité de l'orbite est comprise entre 57 et 65 degrés; qu'elle augmente du cercle polaire au pôle si l'obliquité n'est pas au-dessous de 57 degrés, mais est décroissante dans le voisinage du cercle polaire, et croissante dans le voisinage du pôle si l'obliquité est comprise entre 45 et 56 degrés. Dans ces derniers cas, la chaleur moyenne présente donc un minimum entre l'équateur et le cercle polaire, ou bien entre le cercle polaire et le pôle. »

— Sur une combinaison d'acide stannique avec l'acide acétique anhydre; par M. Laurence. — Lorsqu'on chauffe vers 150 degrés en tube scellé un mélange de 2 parties d'acide acétique anhydre et de 1 partie d'acide métastannique séché à 100 degrés pendant deux à trois heures, on obtient un liquide sirupeux qui cristallise par le refroidissement en longues aiguilles.

Ces cristaux, bien desséchés dans le vide, ont fourni à l'analyse — étain 33gr.70, acétyle 49 grammes. — L'acide stannique, séché à 100 degrés, se comporte comme l'acide métastannique.

— Sur une nouvelle combinaison phosphoplatinique dérivée de la toluidine; par M. G. Saillard.

— Sur les affinités naturelles des poissons de la famille des Balistes; par M. C. Dareste.

— Sur une révision de la flore fossile des gypses d'Aix; par G. de Saporta.

— Sur un coup de foudre produit à Versailles, dans la soirée du 6 juin 1872; par M. Ad. Bérigny.

— Une explication du mistral; par M. Lartigue.

— M. Em. Duchemin adresse un échantillon d'un papier végétal produit de la moelle d'un arbre et qui est importé de Chine.

Voici la note que, sur notre demande, M. E. Duchemin a bien voulu rédiger pour le *Moniteur scientifique :*

« Le papier végétal qui est importé de la Chine, improprement appelé *papier de riz*, sur lequel les Chinois tracent des figures coloriées, diaphanes, d'une finesse remarquable, que la main d'une artiste française, Mme Mérinet, est cependant parvenue, non sans peine, à imiter, n'est pas, comme on le croit communément, un papier obtenu industriellement avec la pâte de la moelle d'un arbre. Ce papier, qui a des feuilles d'une légèreté incomparable, constituait dès la plus haute antiquité, ainsi que le prouvent les vieux manuscrits, une espèce de papyrus sur lequel les habitants du Céleste-Empire peignaient les signes de leur langage. Il est certainement l'œuvre de la végétation d'un arbre, mais les Chinois se bornent à découper, avec une habileté inouïe, par tranches excessivement minces, et, dit-on, à l'aide d'un rabot spécial, la moelle de l'arbre producteur d'une substance type, qui semble être de même nature que celle de la moelle de notre sureau. Ce produit exotique étudié à la loupe laisse voir des stries dont l'ensemble donnerait l'idée d'une blanche et merveilleuse soierie. Plongé dans l'eau, il prend la consistance d'un parchemin, ou du moins du papier ordinaire qu'on aurait trempé rapidement dans un bain d'acide sulfurique étendu, et soumis ensuite à un lavage parfait, comme cela se pratique dans la préparation de la fulminose. Traité comme les corps qui servent à faire de la dynamite, il détonne dans les mêmes conditions

qu'eux. J'ai eu l'idée d'appliquer ce papier à l'électroscope; il vient remplacer avec avantage les feuilles d'or ou les boules de sureau dans cet instrument. On peut chlorurer ce papier, l'albuminer, le sensibiliser sur un bain d'azotate d'argent, et l'utiliser pour la photographie. La médecine pourrait en tirer un parti utile en Europe, s'il est vrai que les chirurgiens chinois se servent, ainsi qu'on me l'affirme, de cette moelle au lieu et place de charpie pour le pansement des blessures, et si surtout le prix de ce produit peut être aussi minime que me le déclare un importateur français, M. Raquet, 23, passage Saulnier.

« Le papier français a bien aussi son mérite au point de vue scientifique. Traité par l'acide sulfurique et l'azotate de potasse, il devient, au moindre frottement, essentiellement électrisé. Une simple feuille suffit pour influencer une machine de Holtz. Avec une main de papier, on peut constituer un électrophore.

« Ce papier azotique, dissout dans l'éther sulfurique et dans l'alcool, nous donne un collodion que j'utilise depuis longtemps pour le transport des épreuves photographiques sur émail; et il est à remarquer que le collodion en feuille est susceptible aussi de fournir de l'électricité à l'état statique, et en quantité considérable. Ceci me permet de dire qu'un aimable abonné du *Moniteur scientifique*, M. Briois, est parvenu à fournir industriellement des plaques de collodion de toutes dimensions. »

— M. le Président de l'Institut invite l'Académie à désigner un de ses membres pour la représenter, comme lecteur, dans la séance générale trimestrielle qui doit avoir lieu le 3 juillet prochain.

— Comité secret à quatre heures pour continuer la discussion des titres des candidats à la place vacante, dans la section de médecine et de chirurgie, bien que la section ait dressé officiellement sa liste. — Cette discussion étant terminée, l'élection aura lieu dans la prochaine séance. — Le comité secret a duré près de trois heures.

Séance du 24 juin. — L'Académie procède à l'élection d'un membre dans la section de médecine et de chirurgie, par suite de la mort de M. Laugier.

Nous avons donné dans notre dernière livraison la liste de la section, en ayant soin de faire observer combien le classement des candidats nous paraissait peu convenable. Un de nos confrères, le docteur Marchal, de Calvi, donne sur les trois candidats que nous aurions voulu voir porter *ex æquo* une appréciation que nous allons reproduire. Occupons-nous d'abord de l'élection.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 54,

M. Sédillot obtient	22	suffrages.
M. Marey	18	—
M. J. Guérin	6	—
M. Gosselin	4	—
M. Vulpian	4	—

Aucun des candidats n'ayant obtenu la majorité de 28 suffrages, un second tour de scrutin a lieu.

Sur le même nombre de votants,

M. Sédillot obtient	34	suffrages.
M. Marey	19	—

Il y a un billet blanc.

M. Sédillot est proclamé élu, et M. Thiers aura à donner son approbation à cette élection pour la rendre définitive.

Reproduisons maintenant, comme nous l'avons promis, ce qu'on lit dans la *Tribune médicale* au sujet du choix heureux fait par l'Académie.

« La science pratique a triomphé à l'Académie des sciences. Justice a été rendue à l'honorabilité parfaite, à la distinction de la personne et des habitudes, à l'élévation du caractère, au savoir étendu, à l'habileté qu'aucune autre ne surpasse, M. Sédillot a été élu.

« MM. Gosselin, Richet, Huguier lui-même, maîtres éminents, candidats désignés par la section, étaient à peine docteurs ou encore sur les bancs lorsque déjà M. Sédillot pratiquait, écrivait et enseignait avec éclat. Leur désignation les fait membres *en survivance*, comme on

disait jadis pour certains hauts emplois. Ils ont devant eux la durée et savent qu'ils peuvent attendre la consécration de leur gloire cadette.

« M. Piorry n'est certainement pas resté étranger à la chirurgie, mais l'honneur de sa vie n'est point là. Observateur infatigable et infatigable écrivain depuis un demi-siècle, son œuvre est véritablement colossale. En france et à l'étranger, plus encore à l'étranger qu'en France, il a rang parmi les grands classiques. Mais il est médecin, et il n'y a pas de chirurgien parmi les plus jeunes dans l'agrégation et au bureau central, qui n'eût plus de titres que lui à la succession de Laugier. Il faudrait enfin revenir à la vérité et s'y tenir, pour les compétitions et les présentations académiques. Sauf le respect dû au sujet, on pourrait dire qu'il y avait de tout dans la dernière liste *podrida.*

« M. Jules Guérin porte la peine de sa multiple illustration et de son étonnante ubiquité scientifique. L'homme qui a démontré la loi de subordination des vices de conformation et par suite de la formation même au système nerveux est un grand physiologiste. L'homme qui a proclamé la *Médecine étiologique* est un grand médecin. L'homme qui a fondé la méthode sous-cutanée est un grand chirurgien. On pourrait même ajouter que le président de l'Association française contre l'abus du tabac et des boissons alcooliques est un grand hygiéniste. Il y aurait donc quatre membres de l'Académie des sciences dans M. Guérin.

« Quant à MM. Marey, Sappey, Vulpian, dont on ne saurait sans injustice contester la valeur en tant que biologistes, ils entreront à l'Institut dès que la Biologie y aura la place qui lui revient; car c'est bien étrange que la terre ne vaille que par la vie qui s'y déploie, et que la science de la vie soit si peu représentée à l'Académie des sciences. »

— Rapport sur un mémoire de M. Delesse, *intitulé :* « Étude des déformations subies par les terrains de la France ; » par M. DAUBRÉE.

— Sur la dissolution du carbonate de chaux par l'acide carbonique; par M. TH. SCHLŒSING. La dissolution du carbonate de chaux, à la faveur de l'acide carbonique, joue un rôle considérable dans les phénomènes naturels. Elle modifie constamment la composition et les propriétés physiques des terrains agricoles, et intervient dans la nutrition des végétaux; elle est la cause principale du transport du carbonate de chaux à la surface du globe et de la formation des roches calcaires; par elle l'eau devient potable ou impropre aux usages domestiques et industriels; en sorte que l'agriculteur, le géologue, l'ingénieur, le manufacturier ont intérêt, aussi bien que le chimiste, à connaître exactement les conditions d'un fait dont les conséquences sont si nombreuses et si variées. Néanmoins, et malgré les travaux de savants éminents, ces conditions ne sont encore nullement déterminées; les proportions de carbonate de chaux et d'acide carbonique dissous ensemble varient selon les circonstances et ne peuvent être représentées par une formule chimique; et si l'on admet l'existence du bicarbonate de chaux, ce n'est que par analogie avec les bicarbonates de potasse et de soude.

Conduit à étudier ce sujet à la suite de mes recherches sur les dissolutions contenues dans les sols, et convaincu de la nécessité de préparer pour l'analyse un grand nombre de dissolutions produites dans des conditions bien déterminées, j'ai adopté la méthode suivante :

Dans l'eau pure, maintenue à une température constante et contenant du carbonate de chaux en excès, faire passer un mélange d'air et d'acide carbonique de composition variable à volonté, mais constante pour chaque expérience, mélange incessamment renouvelé jusqu'à production d'un équilibre parfait entre les corps réagissants; doser alors dans la dissolution filtrée les quantités d'acide carbonique et de chaux;

Parcourir ensuite l'échelle des pressions de l'acide carbonique depuis la plus faible jusqu'à la plus forte que je saurais produire;

Puis changer la température et recommencer de nouvelles séries d'expériences pour dégager l'influence de la chaleur.

Nous ne pouvons reproduire ici la description des appareils ingénieux combinés par l'auteur pour réaliser ces expériences, mais nous allons donner les résultats auxquels il est arrivé et qui sont d'accord avec le calcul.

« En présence du carbonate de chaux en excès et d'une atmosphère contenant une pro-

portion constante d'acide carbonique, l'eau dissout à la fois de l'acide carbonique libre, du carbonate neutre et du bicarbonate.

« La dissolution de l'acide carbonique s'effectue comme dans l'eau pure, en l'absence de carbonate et conformément à la loi d'absorption.

« La dissolution du carbonate neutre s'effectue comme dans l'eau pure, en l'absence d'acide carbonique.

« Quant au bicarbonate, sa proportion dépend, pour une température donnée, de la tension de l'acide carbonique contenu dans l'atmosphère gazeuse, et suit une loi mathématique qui fera l'objet d'une prochaine communication de l'auteur, qui termine en faisant observer que, dans les terrains agricoles, où l'atmosphère combinée contient en moyenne, d'après MM. Boussingault et Lewy, environ 1 pour 100 d'acide carbonique, la dissolution de substances minérales doit contenir à peu près 110 milligrames de chaux combinée à l'acide carbonique, sans compter celle qui est unie à d'autres acides. »

— Sur la fabrication des couleurs d'aniline; par MM. Girard et de Laire. — Devant reproduire cette note *in extenso*, nous nous contenterons de la signaler ici.

— Sur une nouvelle pile à sulfate de cuivre, disposée en vue de l'application des courants continus à la thérapeutique; par M. J. Morin.

« L'élément nouveau que nous proposons a pour objet d'éviter complétement l'inconvénient qui résulte, dans la pile à sulfate de cuivre ordinaire, des dépôts de zinc qui se forment, soit sur le cuivre, soit sur le vase poreux. Il consiste en un cylindre de cuivre, à l'intérieur duquel se trouve placé concentriquement le cylindre de zinc; l'espace annulaire compris entre les deux surfaces métalliques est partagé en deux parties égales, par un cylindre en papier à filtrer. On met du grès ordinaire entre la surface intérieure du cuivre et le diaphragme de papier, et du soufre sublimé du côté du zinc, le tout est plongé dans une solution de sulfate de cuivre, qui pénètre dans la masse au moyen de divers petits orifices pratiqués au travers du cuivre.

« Des centaines d'éléments, préparés de cette manière et fonctionnant assez fréquemment, sont montés depuis plus de vingt mois, et l'altération qu'ils ont subie indique qu'ils ont parcouru la moitié de leur carrière; ils sont restés parfaitement clos pendant ce temps et n'ont été l'objet ni d'entretien ni de surveillance. »

Renvoyé à l'examen de l'académicien Pile.

— M. Dumas, toujours aimable avec les journalistes, ainsi que nous le faisions observer la dernière fois au sujet de M. H. de Parville, fait aujourd'hui une recommandation tout à fait délicieuse en faveur de l'abbé François Moigno; nous allons en reproduire les principaux passages d'après le *Journal officiel*, bien que cela puisse passer pour une fameuse *réclame*.

« J'ai l'honneur de déposer, au nom de M. l'abbé Moigno, toute une série de petits livres qui forment un véritable cours de science illustrée, sous le titre de : *Actualités scientifiques*. Les découvertes modernes y sont développées assez complétement pour que l'on ne trouve pas de renseignements équivalents dans les livres récemment parus. Ce sont des conférences détachées sur chaque question en vogue, et surtout sur des sujets traités en Angleterre, en Allemagne, etc.

M. Moigno, depuis cinquante ans, marche à la tête du mouvement scientifique. Il a introduit en France toutes les nouveautés de la littérature scientifique. Nous lui devons de connaître à peu près tout ce qui se fait de curieux et de remarquable chez nos voisins; réciproquement, c'est encore bien souvent à lui que les savants étrangers doivent de connaître nos travaux.

Par ses journaux et ses livres, M. l'abbé Moigno a rendu d'incessants services à la science; il a su constituer une sorte de libre échange intelligent entre les savants français, anglais, allemands, italiens, américains. Il a servi de trait d'union, plus que tout autre, entre les écoles, les facultés, les universités et les grands centres scientifiques. Puisque l'occasion s'en trouve, il est bon de le rappeler à la génération présente, qui ne rapporte pas quelquefois à son véritable auteur, avec une suffisante impartialité, le mérite d'avoir introduit parmi nous le goût des fortes études et des lectures scientifiques.

Aux livres, aux journaux, M. Moigno va joindre les conférences illustrées, à l'instar des

cours de « Polytechnic Institution ». C'est une bonne idée à laquelle il faut applaudir. Nous ne saurions trop combattre l'ignorance et essayer de rattacher à la science le plus de prosélytes possible. »

« Dans les *Salles du Progrès*, il s'agira avant tout, dit M. l'abbé Moigno, de récréer et d'instruire, etc., etc. » On y parlera de tout, on y fera même un peu de musique, et, pour *bouquet*, on aura une surprise.

Souhaitons maintenant qu'un véritable succès couronne les efforts du frère quêteur, et que ces fameuses *Salles du Progrès*, quand elles ouvriront, ne ferment pas faute d'auditeurs, persuadés que c'est une *scie* qu'on leur monte, en annonçant toujours l'ouverture de ces fameuses salles en même temps que le livre : « *Les splendeurs de la Foi.* »

— Sur la détermination de la trajectoire d'un point pour laquelle une certaine intégrale est minimum; par M. Bresse.

— Sur les mouvements relatifs à la surface de la terre; par M. F. Tisserand.

— Sur la théorie des lignes de courbure ; par M. A. Ribaucour.

— Sur le calcul de la vitesse de la lumière dans les corps en mouvement; par M. J. Boussinesq.

— De quelques composés de la paraffine; par M. P. Champion. — « En présence de l'acide nitrosulfurique, maintenu à la température de 90 degrés environ, la paraffine se transforme en un liquide huileux, légèrement coloré, qui renferme de l'azote et de l'oxygène.

« Pour que la transformation soit complète, l'action doit durer soixante heures, avec addition, chaque jour, de nouvelles quantités d'acide azotique fumant. Pendant la plus grande partie de l'opération, il se dégage d'abondantes vapeurs d'acide hypoazotique. Le composé ainsi obtenu, débarrassé, par des lavages répétés, des acides qu'il renferme et desséché au moyen du chlorure de calcium desséché, présente les caractères suivants :

« Il est liquide à la température ordinaire, s'épaissit à — 10 degrés sans perdre sa transparence. Sa densité à 15 degrés est de 1.14.

« Il est insoluble dans l'eau, soluble dans l'éther, l'alcool, l'alcool amylique et méthylique. Sa réaction est franchement acide. Il brûle avec une flamme éclairante, et il se dissout dans l'ammoniaque, la soude et la potasse, avec lesquels il forme des combinaisons. Nous avons donné à cet acide le nom d'*acide paraffinique*. Nous l'avons trouvé composé de carbone 56.6, hydrogène 9.5, azote 4.8, oxygène 29.1, ce qui le fait correspondre à la formule $C^{26}H^{26}AzO^{10}$.

— M. Oré continue ses expériences sur l'antidote du chloral et confirme avec plus de force encore que la strychnine n'a pas l'action que M. O. Liebreich lui attribue, mais il termine toujours en disant que de nouvelles expériences sont nécessaires. En attendant, M. Oré tue force lapins avec le chloral et ne les ressuscite pas par la strychnine.

— Expériences physiologiques sur l'absorption cutanée; par M. Brémond, — Longues expériences, et comme conclusion cette phrase consolante : « L'absorption cutanée d'une substance médicinale non relative ne peut être niée, et est établie d'une manière irréfutable par l'expérimentation, à la suite de bains de vapeurs d'eau médicamenteuse. »

— De l'aspiration des liquides pathologiques, méthode de diagnostique et de traitement; par M. G. Dieulafoy. — Cette note aurait mieux sa place à l'Académie de médecine, où l'on discute en ce moment sur la thoracenthèse.

— Sur la distribution géographique des crustacés podopthalmaires du golfe de Gascogne; par M. Fischer.

— Sur la maladie du pêcher, connue sous le nom de *cloque*; par M. Prillieux.

— Époque de la pierre polie. Grottes préhistoriques de la Marne; par M. J. de Baye.

— Sur l'homme fossile des cavernes de Baoussé-Roussé (Italie), dites grottes de Menton ; par M. E. Rivière.

— Sur le phylloxera vastatrix; par L. Laliman. — L'auteur ayant lu dans le rapport de la commission ministérielle, que « l'on croit pouvoir attribuer la formation des galles et l'apparition des habitants qu'elles renferment, aux insectes provenant des œufs pondus par le phylloxera ailé, » écrit qu'il a soutenu le contraire, et qu'il s'est assuré cette année même, pour la seconde fois, que « l'insecte ailé n'est pour rien dans ces phénomènes. » Ni l'Aca-

démie non plus, car elle n'a rien à voir dans la commission ministérielle dont parle l'auteur.

— M. E. ROBERT, tout en laissant à M. H. de Parville l'honneur d'avoir proposé l'emploi du cuivre contre le phylloxera, croit devoir rappeler qu'il est bien l'auteur premier de l'emploi des sels de cuivre pour préserver les statues et les marbres des cryptogames qui les souillent. Personne ne le contestait, et il faut bien aimer écrire à l'Académie pour réclamer si peu de chose.

Quant au procédé de M. de Parville, M. Jouglet, cette brebis égarée qui vient de rentrer au bercail du *Moniteur scientifique*, nous écrit que ce moyen est une hérésie, et que son père ayant conseillé à un paysan, qui voulait détruire des arbustes épineux de son voisin, dont les racines se préparaient à envahir son propre champ, d'enfouir au pied des arbustes un morceau de sulfate de cuivre, put voir l'effet du dangereux cristal, car à la saison suivante la haie épineuse était desséchée.

D'où il faut conclure que la vigne périrait d'abord et le phylloxera ensuite, à moins que l'insecte ailé n'eût quitté la place, ce que ne pourrait faire la vigne.

Séance du 1er juillet. — Théorie mathématique du mouvement d'une corde dont une des extrémités possède un mouvement périodique donné; par M. J. BOURGET.

— Sur quelques propriétés générales de l'enveloppe imaginaire des conjuguées d'un lieu plan; par M. MAX. MARIE.

— Équations générales du mouvement d'un corps solide rapporté à des axes mobiles; par M. H. RESAL.

— Sur le polymorphisme des organes reproducteurs dans les *mortierella*; par MM. TH. VAN TIEGHEM et G. LE MONNIER.

— M. LEYMERIE répond de nouveau à M. Garrigou au sujet de la constitution des Pyrénées.

— Sur la simultanéité des variations barométriques entre les tropiques; par M. J.-A. BROUN.

— M. MONTUCCI adresse une note relative à une expérience destinée à apprécier la résistance d'une feuille de laiton soumise à la pression atmosphérique.

— M. L. SOLLIER propose d'employer la décoction de tabac à la destruction du *phylloxera vastatrix*. On verserait au pied de chaque souche environ 1 demi-litre de cette décoction. L'auteur, qui d'ailleurs n'a rien expérimenté, pense que ce procédé serait à la fois efficace contre le *phylloxera* et tout à fait inoffensif pour le pied de la vigne lui-même; le viticulteur pourrait cultiver son tabac lui-même, et les frais seraient alors très-faibles.

— M. LE MINISTRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE invite l'Académie à lui désigner deux candidats pour la place de membre titulaire du Bureau des longitudes, dans la section de l'Académie des sciences, place devenue vacante par le décès de M. Laugier. — Renvoi à la section d'astronomie. — Ce sera une élection curieuse au point de vue des coteries qui s'agitent avec une ardeur toujours croissante dans tout ce qui touche à l'Observatoire.

— Sur une apparition singulière de magnésium dans la chromosphère du soleil. Lettre de M. TACCHINI, communiquée par M. FAYE. — « Je viens d'observer un phénomène tout à fait nouveau dans la série de mes observations. A partir du 6 mai, j'avais déjà trouvé dans le soleil des régions remarquables par la présence du magnésium, régions très-étendues, c'est-à-dire comprenant des arcs de 12 à 168 degrés, tandis que les observations précédentes ne donnent que des arcs de 66 degrés au plus.

« Dernièrement, le 18 juin, j'ai pu constater la présence du magnésium dans le bord tout entier, c'est-à-dire que la chromosphère se trouvait toute envahie par les vapeurs de ce métal. A cette ébullition générale, qui s'accorde si bien avec votre théorie, correspondait une absence de protubérances, ce qui me semble très-naturel; au contraire, les flammes de la chromosphère étaient très-prononcées et très-brillantes. Il me semblait voir se renouveler la surface de notre grande source de lumière.

Plus les flammes étaient prononcées et brillantes, plus les raies du magnésium apparaissaient vives et élargies. A 288 degrés, on observait des flammes très-brillantes et caractéristiques; j'ai dit alors à quelques personnes qui se trouvaient présentes que, en ce point,

devait certainement se trouver une belle facule. En effet, en regardant le soleil par projection, nous avons trouvé à la place indiquée une facule très-lumineuse, qui était proprement sur le bord du soleil ; c'était une des vérifications que j'ai répétées seul tant de fois, avec une concordance parfaite. Les granulations se montraient très-distinctes, et sur le contour du disque le nombre des petites facules était partout parfaitement d'accord avec la présence du magnésium.

A chaque position du spectroscope, j'ai noté également l'intensité relative des raies, et j'ai observé un grand nombre de fois que les variations de largeur dans les raies correspondaient parfaitement aux variations de l'intensité lumineuse des flammes chromosphériques, observées à travers la raie C.

La grande abondance du magnésium continue encore à se manifester, mais non plus sur le bord entier.

Les observations dont je parle me semblent démontrer que l'on doit admettre, non pas des éruptions locales, mais plutôt des expulsions complètes, c'est-à-dire un mélange de certaines vapeurs métalliques avec la chromosphère, mélange étendu à la surface entière du soleil, qui, par conséquent, doit se trouver encore à l'état gazeux.

Plus d'une personne m'a dit que la lumière du soleil n'a pas, dans ce moment, son aspect ordinaire, et, à l'Observatoire, nous avons cru faire la même remarque : cette modification devrait être attribuée au magnésium. »

— Résumé d'une méthode nouvelle et rapide pour la régulation des compas, à la mer, dans tous les cas possibles. Note de M. Fournier, présentée par M. Jurien de la Gravière. Dans la langue maritime, on appelle *compas* la boussole d'un navire, et *cap*, l'angle de l'aiguille aimantée avec l'axe longitudinal du bâtiment dans le plan horizontal.

Pour suivre, au moyen du compas, une route tracée sur la carte, il faut connaître l'angle formé par la direction de l'aiguille avec le méridien astronomique, c'est-à-dire la *variaticn* du compas. Si l'aiguille n'était soumise qu'à l'action directrice de la terre, elle s'orienterait toujours dans le méridien magnétique, et la variation serait égale à la déclinaison magnétique du lieu ; mais les masses de fer que renferment les bâtiments étant généralement aimantées, écartent l'aiguille de ce méridien, d'un angle appelé *déviation,* dont la grandeur et le sens varient avec le temps, l'orientation du navire et sa position géographique. La variation du compas, à un cap donné, est donc en réalité la somme algébrique de la déclinaison magnétique et de la déviation relative à ce cap, et il faut connaître à la fois ces deux éléments pour régler l'orientation d'un navire.

L'auteur explique ensuite les difficultés et même l'impossibilité dans certains cas, de cette opération. Il a cherché un procédé de régulation qui pût donner les déviations, dans toutes les circonstances possibles de la navigation, sans l'intermédiaire de la déclinaison magnétique, et qui permît de déterminer, à la mer, cet élément si important du magnétisme terrestre, quelle que fût l'aimantation du navire. C'est là l'objet du mémoire fort important qu'il présente et qui est appelé à rendre de grands services à la navigation.

— Recherches expérimentales sur l'influence que les changements dans la pression barométrique exercent sur les phénomènes de la vie. Quatrième note ; par M. P. Bert.

Il résulte des études déjà faites de M. Bert, que les animaux vertébrés, soumis à une forte pression, meurent assez rapidement. Ainsi, les poissons ne résistent pas à des pressions un peu fortes. On pouvait se demander si la mort survenait par suite de l'excès de pression, ou bien par suite d'un défaut de proportion convenable entre les gaz de la respiration. Y avait-il intoxication par suite d'excès d'oxygène, par suite d'excès d'acide carbonique ? etc.

Le doute n'est plus possible. M. Bert a trouvé que la vie cesse simplement parce que l'oxygène pénètre dans les organes en trop grande proportion. Les rapports ordinaires sont intervertis, et les fonctions ne se font plus. Cela est si vrai que si, quelle que soit la pression, on s'y prend de façon à maintenir le rapport ordinaire entre l'oxygène et l'azote de l'air, la vie persiste, et la fonction se maintient comme à l'état normal.

Augmente-t-on la pression ? la quantité d'oxygène introduite dans l'organisme croît ; la diminue-t-on ? elle baisse ; et dans les deux cas, si l'action comprimante ou déprimante est poussée un peu loin, la mort survient.

M. Bert part de là pour faire remarquer que dans les ascensions aérostatiques, il serait facile sans doute d'atteindre des altitudes inexplorées jusqu'ici en se contentant d'emporter avec soi un peu d'oxygène pur. En le respirant, on contrebalancerait l'influence mortelle de la diminution de la pression atmosphérique.

Si donc les aéronautes, dit M. Bert, qu'arrête dans leur course verticale non la force ascensionnelle du ballon, mais la possibilité de vivre, veulent monter plus haut qu'ils n'ont fait jusqu'ici, ils le pouront, à la condition d'emporter avec eux un ballon plein d'oxygène, auquel ils auront recours lorsqu'ils souffriront trop de la raréfaction de l'air. Les agencements mécaniques qu'il faudra mettre en œuvre pour respirer commodément cet oxygène ne seront rien moins que difficiles à imaginer.

Les expériences que j'ai relatées montrent que vraisemblablement les aéronautes arriveront de la sorte à dépasser la limite, actuellement infranchissable, d'une hauteur correspondant à au moins 10 centimètres de mercure, hauteur qu'on ne peut évaluer à moins de 2 kilomètres.

En sens inverse, les industries qui soumettent les ouvriers à de hautes pressions seront arrêtées par les souffrances de ces ouvriers, si elles veulent aller au delà de 5 ou 6 atmosphères (pressions que l'on sera entraîné à dépasser pour la pêche des perles, les sauvetages sous-marins, etc.). Mais elles verront les obstacles disparaître si leurs machines soufflantes lancent, au lieu d'air pur, un mélange d'air et d'azote calculé de manière que la pression de l'oxygène ne dépasse pas un niveau suffisamment bas.

— Sur les expériences de M. O. Liebreich, tendant à prouver que la strychnine est l'antidote du chloral. Dans cette troisième et dernière note, M. Oré conclut enfin, d'une manière définitive : 1° que la strychnine n'est pas l'antidote du chloral; 2° que l'opinion de M. O. Liebreich repose sur un vice d'expérimentation.

— Sur les phénomènes météorologiques qui ont suivi l'aurore australe du 4 février 1872, à l'île de la Réunion; par M. Vinson. « Voici des faits, écrit M. Vinson au général Morin, qui dérivent plus directement de l'influence de l'aurore australe que je vous ai décrite et qui s'est montrée si splendidement dans notre ciel : depuis plus de dix ans, nous n'avions plus d'orages. On attribuait même à ce défaut d'électricité en action le déchet de nos récoltes et, partant, la misère publique dans notre colonie. Il semble que, depuis cette aurore, notre électricité nous ait été rendue comme aux jours d'autrefois; car, dès le 8 février, un violent orage éclatait sur toute l'île, et au Bas-Panou, la foudre tombée sur la ligne télégraphique brisait deux poteaux qui supportaient le fil conducteur. En mars, avril et mai, presque aux dates correspondantes, des phénomènes électriques d'une grande intensité se sont reproduits pour nos îles. De la répétition de pareils faits, en divers lieux, ne pourrait-on pas conclure que les aurores austro-boréales d'une telle étendue et d'une si grande intensité sont plus que des orages magnétiques, — nom qui devrait rester aux phénomènes de ce genre purement locaux et restreints, — mais que de tels météores, si généraux, si solennels, sont de vrais ouragans magnétiques, pendant lesquels, par ses deux pôles à la fois, la masse terrestre fait à l'atmosphère la restitution de l'électricité qui doit équilibrer leurs forces respectives? Je pose, devant cette hypothèse, un point d'interrogation. » Un autre point d'interrogation. Pourquoi M. Vinson reste-t-il si longtemps à renouveler son abonnement au *Moniteur scientifique?*

— Phénomène d'optique observé dans une ascension aérostatique; par G. Tissandier.

— Sur quelques observations faites pendant les ascensions de l'aérostat *la Léa*; par W. Fonvielle.

— M. Vinot adresse une carte céleste, à partie mobile, disposée de manière à représenter la portion du ciel située au-dessus de l'horizon de Paris, pour un jour quelconque de l'année, et pour une heure quelconque de ce jour.

— M. A. J. Pouriau présente un volume portant pour titre : « La Laiterie. » Art de traiter le lait, de fabriquer le beurre et les principaux fromages français et étrangers. — In-12, 1872.

PHARMACIE CHIMIQUE.

L'Apomorphine et sa préparation

d'après M. Liebert.

Récemment, M. Matthiessen a converti la morphine en une nouvelle base qu'il a nommée *apomorphine;* il l'a obtenue en chauffant pendant quelques heures à 140-150 degrés, dans un tube fermé de la morphine, additionnée d'un grand excès d'acide chlorhydrique. Voici comment, d'après M. Matthiessen, on sépare ce produit de sa dissolution acide : on étend d'eau cette dissolution, on précipite par du bicarbonate de soude en excès, et on épuise le précipité par l'éther ou le chloroforme. Si on agite alors cette solution avec très-peu d'acide chlorhydrique concentré, les parois du vase se couvrent de cristaux qui ne sont autres que du chlorure d'apomorphine. On fait recristalliser ce chlorure, et, si l'on veut obtenir la base elle-même, il suffit de précipiter par le bicarbonate de soude.

L'apomorphine ne diffère de la morphine que par les éléments de l'eau en moins, elle s'oxyde à l'air en verdissant.

Suivant M. Matthiessen, 0gr.1 d'apomorphine administré soit à l'intérieur, soit par la méthode sous-cutanée, produit des vomissements au bout de dix minutes. Ces vomissements sont suivis d'un état de dépression qui cesse bientôt sans occasionner aucun accident.

Cet intéressant dérivé de la morphine a été soumis récemment à un examen physiologique par M. V. Liebert. Ses recherches confirment essentiellement les données des Anglais sur les propriétés physiologiques de la nouvelle base. M. Liebert ne se contente pas de décrire le produit tel qu'il l'a reçu de chez MM. Macfarlan et Cie, d'Édimbourg. Il donne aussi sur la préparation quelques détails dus à sa propre expérience.

Le produit anglais n'est nullement une masse cristalline pure; il se présente sous forme de poudre grise avec une nuance de vert, contenant parfois de petits cristaux microscopiques mal définis; il forme avec l'eau une solution incolore qui, au bout de quelques heures, passe au vert émeraude. Si on laisse évaporer sur le porte-objet du microscope une goutte de cette solution, on voit bientôt apparaître de petits groupes de cristaux qui, d'abord incolores, deviennent verts au bout de quelques minutes. La masse est également assez soluble dans l'alcool, et cette solution concentrée laisse déposer des cristaux qui passent rapidement au vert. M. Liebert a observé que la coloration rouge de sang que l'on obtient par l'addition d'acide nitrique concentré, ne disparaît pas sous l'influence de la chaleur, elle devient au contraire plus marquée; il a aussi reconnu que le précipité de chloroplatinate se décompose à chaud en produisant une belle couleur cramoisie. L'acide chlorydrique produit également une couleur brun rouge. La solution du chlorure d'apomorphine est colorée en brun vert par les alcalis caustiques; par l'addition d'acide sulfurique concentré, la liqueur prend une teinte rose, puis se décolore.

Dans la préparation de l'apomorphine, il reste dans le tube où on a chauffé la morphine avec de l'acide chlorhydrique un dépôt qui s'est formé au fond du liquide, et il faut beaucoup d'eau pour dissoudre ce résidu. M. Matthiessen recommande d'employer de l'acide chlorhydrique contenant 35 pour 100 d'acide gazeux, mais M. Liebert a reconnu qu'il y a alors décomposition partielle du sel d'apomorphine formé, aussi trouve-t-il plus d'avantage à employer de l'acide à 25 pour 100.

Un des défauts les plus grands de la méthode de préparation de la nouvelle base consiste dans la grande quantité d'eau qu'il faut employer pour dissoudre le dépôt du tube et diluer l'acide, et, d'un autre côté, la grande quantité de bicarbonate de soude nécessaire pour précipiter la base. L'apomorphine est un peu soluble dans l'eau : il y aura donc d'autant plus de perte qu'on aura employé plus d'eau; d'un autre côté, les liquides alcalins favorisent la décomposition de cette base, et Matthiessen a remarqué qu'elle est plus soluble dans l'eau chargée d'acide carbonique. Il est vrai que la température produite par la décomposition du bicarbonate suffit à chasser la plus grande partie de l'acide carbonique, mais tout ne se dé-

gage pas alors, car la solution contient encore de l'apomorphine qui se dépose peu à peu et vient gêner la filtration. Malheureusement on n'a pas réussi à remédier à ces inconvénients.

En raison de la prompte décomposition de l'apomorphine humide, il faut filtrer le plus rapidement possible ; on ne peut cependant éviter que le précipité n'ait une légère teinte verte. On sèche et on traite par l'éther ; dans ce traitement, qui dure un ou deux jours, il reste toujours dans le résidu un peu d'apomorphine non dissoute ; en outre, il y a toujours une légère décomposition partielle, car le liquide présente une teinte rose ; il est nécessaire que le précipité à épuiser et l'éther soient tous deux le plus secs possible. Quand on agite la liqueur éthérée avec de l'acide chlorhydrique, il se produit non pas des cristaux, mais un précipité amorphe s'attachant aux parois et qui à la loupe ne présente pas la moindre trace de cristallisation ; on arrive au même résultat en faisant passer dans la solution un courant d'acide chlorhydrique gazeux. Suivant M. Liebert, la cristallisation ne se produit qu'en laissant évaporer dans une capsule la liqueur éthérée séparée du précipité de chlorure.

M. Liebert n'a pas réussi à faire recristalliser le chlorure d'apomorphine de la manière indiquée par M. Matthiessen ; il n'y est parvenu que par l'évaporation d'une solution alcoolique concentrée de ce chlorure. Il obtint ainsi des cristaux incolores mélangés à une masse brune.

En résumé, il résulte de là que, dès le moment de sa formation, la nouvelle base est facilement décomposée, que dans les opérations nécessaires à sa préparation elle est encore partiellement décomposée, et que même une fois obtenue à l'état de pureté, elle est toujours très-altérable. Sa préparation est donc une opération difficile et qui ne donne qu'un faible rendement de substance pure (5 pour 100 de la morphine employée).

M. Liebert n'a trouvé aucune différence entre l'action physiologique du chlorure d'apomorphine cristallin et celle du chlorure amorphe. Il lui semble en conséquence pratique d'employer dans la thérapeutique le chlorure amorphe précipité de la solution éthérée, sans chercher à le faire recristalliser.

Un nouveau purgatif.

Le docteur Rabuteau, dans le courant de 1870, signalait à l'Académie de médecine les avantages que présente le sulfovinate de soude sur la plupart des autres purgatifs salins. Sûreté et rapidité d'action, goût très-supportable et même vers la fin légèrement sucré, très-grande solubilité dans l'eau, toutes les conditions paraissent réunies pour attirer et fixer l'attention des thérapeutistes. En effet, quelques médecins, et spécialement M. R. Blache, s'occupèrent de vérifier les assertions de l'auteur. M. Limousin se chargea de faire les recherches nécessaires pour instituer un procédé de préparation précis et peu coûteux, et, après quelques mois de tâtonnements et d'essais, s'arrêta au suivant, qu'il soumettait récemment à la Société de pharmacie :

On prend 1 kilogramme d'acide sulfurique pur à 60 degrés et 1 kilogramme d'alcool à 96 degrés environ ; au moyen de deux entonnoirs contenant l'un l'acide, l'autre l'alcool, on introduit avec précaution les deux liquides dans un troisième entonnoir disposé sur un flacon plongé dans un mélange réfrigérant ou maintenu dans un courant d'eau froide. Quelques fragments de verre et d'amiante disposés dans la douille des entonnoirs permettent de régler l'écoulement des deux liquides dans le flacon, de façon à laisser un excès d'alcool par rapport à la proportion d'acide. Le mélange opéré, on laisse en contact pendant quatre ou cinq jours, à une température de 20 à 25 degrés. La liqueur, étant alors étendue avec 5 ou 6 litres d'eau distillée, est saturée par environ 1,500 grammes de carbonate de baryte pur délayé dans un peu d'eau. Quand la liqueur est neutralisée et le sulfate de baryte bien déposé, on filtre.

On a ainsi en solution du sulfovinate de baryte que l'on transforme en sulfovinate de soude, par précipitation, au moyen du carbonate de soude. La liqueur, claire, est évaporée au bain-marie jusqu'à ce qu'elle marque 36 ou 38 degrés au pèse-sel et abandonnée à cristallisation. On obtient, avec les quantités ci-dessus, environ 1 kilogramme de sel.

Dans cette préparation, il faut tenir compte de quelques indications sur lesquelles insiste M. Limousin. Il faut employer pour la saturation le carbonate de baryte pur des laboratoires de préférence au carbonate naturel : ce dernier contient presque toujours des sels étrangers,

et particulièrement de l'arsenic, et d'ailleurs est difficilement attaqué par l'acide sulfovinique. Le carbonate artificiel, dont le prix est plus élevé, ne représente en somme qu'une première dépense, parce qu'il est régénéré dans la suite de l'opération et peut servir indéfiniment dans une fabrication continue, à la condition de compenser de légères pertes inévitables.

Le carbonate de chaux ne donne pas un bon résultat ; on ne peut plus débarrasser ensuite le sulfovinate de soude d'une certaine quantité de chaux qui gêne la cristallisation. L'alcool doit être bien rectifié, parce que les produits empyreumatiques qu'il contient passent dans l'acide et donnent au sel une odeur désagréable. On peut rapidement vérifier si cette condition a été remplie en chauffant une petite quantité de sel dans une capsule sur une lampe à alcool. Vers 130 degrés, le sel, qui s'est d'abord fondu, se boursoufle en laissant échapper l'alcool qu'il contient et qu'on peut alors allumer. Le résidu de bisulfate de soude est blanc quand l'alcool est bien pur, et plus ou moins coloré quand il contenait des produits empyreumatiques.

Le sulfovinate de soude cristallise en tables hexagonales contenant 10 pour 100 d'eau ; il est soluble dans environ son poids d'eau à 18 degrés. Par suite de sa dissolution, la température du mélange s'abaisse à 13 degrés. Il a une saveur fraîche, presque absolument dépourvue d'amertume, avec un arrière-goût sucré ; il est donc beaucoup moins désagréable que les sulfates purgatifs actuellement usités, et M. Limousin le préfère même, comme saveur, au citrate de magnésie ; son action purgative est plus intense et plus rapide ; 10 à 15 grammes sont suffisants pour les enfants, 20 à 25 grammes pour les adultes. Il n'occasionne pas de constipation consécutive. Sa saveur s'allie très-bien à celle des sirops d'agrément : sirops de groseilles, cerises, framboises, limons, et sa grande solubilité permet de réduire le médicament à un très-petit volume ; on peut, à volonté, le dissoudre dans l'eau simple ou dans l'eau chargée d'acide carbonique.

M. Limousin signale un autre avantage auquel nous n'attachons pas autant d'importance. Il ne peut donner lieu, dit-il, à la formation de calculs de phosphate ammoniaco-magnésien, comme cela peut arriver à la suite de l'emploi des sels de magnésie. Évidemment, l'idée serait juste si les calculs de cette nature étaient fréquents, si l'emploi des sels de magnésie était très-répandu, et si l'urine ne contenait pas toujours et dans toutes les conditions une quantité notable de phosphate ammoniaco-magnésien, dont les cristaux forment une partie importante des résidus qui se déposent aussitôt que la décomposition commence.

Quoi qu'il en soit, le sulfovinate de soude menace de détrôner le citrate et d'accaparer à son profit la fameuse formule : *cito, tuto et jucunde*, par laquelle Soubeiran avait donné au sel préconisé par Rogé une consécration qui dure encore. Nous ne pouvons qu'applaudir d'ailleurs aux efforts de ceux qui cherchent à compléter l'arsenal déjà considérable dont dispose la médication purgative, surtout quand ces efforts aboutissent à doter la thérapeutique d'un médicament insipide ou à peu près agréable.

PUBLICATIONS NOUVELLES.

Librairie de Gauthier-Villars, éditeur,

QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, N° 55, PARIS.

Éléments de thermodynamique; par M. J. Moutier. — In-18, 1782.

Nous ne manquons pas, à la vérité, d'ouvrages sérieux sur cette jolie question. Dans ces dernières années surtout, la littérature scientifique s'est enrichie en France de nombreux écrits qui s'y rapportent.

Mais ce qui faisait défaut, c'était un ouvrage offrant sous une forme élémentaire l'exposition complète des connaissances acquises dans cette partie de la science. Cet ouvrage, M. Moutier nous l'a donné.

En moins de 200 pages d'un charmant volume, l'auteur rend facilement accessibles aux personnes qui veulent aborder l'étude de la thermodynamique les principes d'une science qui intéresse à la fois l'étude des phénomènes naturels et l'art de l'ingénieur. Il a soigneusement

écarté toute hypothèse sur la nature de la chaleur, de manière à présenter uniquement au lecteur la partie de la science de la chaleur qui offre aujourd'hui le même degré de certitude que la mécanique rationnelle.

M. Moutier a habilement mis à profit, pour la rédaction de son opuscule, les ouvrages les plus récents sur la thermodynamique, les mémoires originaux des savants français et étrangers. C'est une véritable actualité à laquelle on fera très-bon accueil. A. J.

Étude géométrique des systèmes ponctuels et tangentiels de sections coniques; par M. Picquet. — In-8°, avec figures dans le texte et 4 planches, 1872.

Voici un livre de science pure qui fera plaisir à M. Chasles; il est écrit par un de ces militaires laborieux qu'il faut à la France pour reprendre son rang.

M. Picquet s'est proposé d'étendre les propriétés de l'involution linéaire à ce qu'il appelle l'*involution plane*, c'est-à-dire au système de triangles conjugués dans un plan à une même conique. Il applique ensuite ces propriétés à l'étude des systèmes ponctuels et des systèmes tangentiels de sections coniques, c'est-à-dire des systèmes de coniques représentés en coordonnées cartésiennes et coordonnées tangentielles par des équations de la forme :

$$\lambda C + \mu C^{I} + \nu C^{II} + \rho C^{III} + \sigma C^{IV} = 0,$$

dans lesquelles $C, C^{I}, C^{II}, C^{III}, C^{IV}$, sont des fonctions algébriques entières du second degré à deux variables, et $\lambda, \mu, \nu, \rho, \sigma$, des paramètres variables dont trois, deux, un ou zéro peuvent être constamment nuls, ce qui donne des systèmes du premier, du deuxième, du troisième et du quatrième ordres. Appelant coniques harmoniquement inscrite et circonscrite deux coniques telles que tout triangle conjugué à l'une soit inscrit dans l'autre, M. Picquet trouve finalement que, si deux systèmes sont composés de semblables coniques, l'un est ponctuel, l'autre est tangentiel, et d'ordres tels que la somme en est égale à 4. Deux pareils systèmes étant dits *contravariants*, l'auteur examine les cinq cas dans lesquels deux systèmes peuvent être tels.

En résumé, M. Picquet, utilisant d'une manière ingénieuse les découvertes les plus récentes et ses recherches personnelles, a composé un livre qui intéresse beaucoup les amis de la géométrie. A. J.

Problèmes de mathématiques, avec leurs solutions développées; par MM. A.-F. Chevallier et Ach. Muntz. — In-8°, 1872.

Ce livre est destiné aux candidats au baccalauréat et aux Écoles du gouvernement. Il est très-complet, car il renferme plus de quatre cents problèmes d'arithmétique, de géométrie théorique et pratique, d'algèbre et de trigonométrie. Il doit faire partie du *Vade-mecum* des professeurs des institutions, qui y trouveront tous les types de problèmes.

Les solutions sont, en général, simples et heureuses. Là doit viser surtout l'attention des professeurs. A. J.

Sur la force de la poudre et des matières explosives; Par M. Berthelot. — In-18, 1872.

Ce petit volume est la réimpression du travail bien remarquable que l'on a déjà pu lire dans le *Moniteur scientifique*. L'auteur a développé son premier mémoire et y a joint des considérations très-curieuses sur l'histoire de l'extraction du salpètre en France avant le XIXe siècle.

Ce n'est ni un traité complet sur la matière, ni un manuel élémentaire, mais l'exposé coordonné des travaux personnels de l'auteur, ce qui n'en vaut pas moins.

« Je les ai présentés, dit M. Berthelot, sous cette forme générale et purement scientifique que je me suis toujours efforcé de donner à mes publications, convaincu que la grandeur de la civilisation consiste à n'être assujettie à aucun préjugé de personnes, de race ou de nationalité. Toute vérité découverte sur un point du globe profite à l'humanité tout entière. Puissent cette guerre funeste et les iniquités qui en ont marqué la déclaration comme le dénoûment n'avoir pas affaibli dans les intelligences la notion du rôle idéal de la science! »

A. J.

23266 PARIS. — Typographie de RENOU et MAULDE, rue de Rivoli, n° 144.

LIBERTÉ. — ÉGALITÉ. — FRATERNITÉ.

LE MONITEUR SCIENTIFIQUE-QUESNEVILLE.

JOURNAL DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES.

Avec un Bulletin médical et de pharmacie.

LA SANTÉ ET L'HYGIÈNE.

JOURNAL MENSUEL.

ABONNEMENTS : **20** fr. par an FRANCO pour la France, **25** fr. pour l'étranger et **30** fr. pour pays d'outre-mer. — Chaque livraison : **2** francs.

On s'abonne chez M. le docteur QUESNEVILLE, rue de Buci, 12, à Paris.

368e Livraison. **AOUT.** **Année 1872.**

SOMMAIRE.

Pages

De la respiration pulmonaire et de la chaleur animale; par M. Ch. Blondeau. Premier mémoire.... 627

Recherches chimiques sur le condurango; par M. G. Vulpius.... 642

Sur le gonolubus condurango; par M. Triana.... 650

Sur la conservation des vins par le chauffage. Discussion par correspondance entre M. Pasteur et M. de Vergnette-Lamotte.... 653

Académie des sciences.... 662

SÉANCE DU 8 JUILLET. — Sur l'influence de la pression dans les phénomènes d'endosmose et d'exosmose ; par M. Becquerel. — Sur quelques effets des actions lentes ; par le même. — Évolution du glycogène dans l'œuf des oiseaux ; par M. Claude Bernard. — Le *Pucrasia* et les salles du progrès. — Sur la fabrication des couleurs d'aniline ; par M. Ch. Lauth. — Même sujet ; par M. Bardy. — M. Wurtz manque de prestige. — Recherches expérimentales sur l'influence que les changements dans la pression barométrique exercent sur les phénomènes de la vie ; par M. P. Bert. — Sur les aldéhydes condensés avec élimination d'eau ou aldanes ; par M. J. Riban ; etc. 662

SÉANCE DU 15 JUILLET. — Mémoire sur le refroidissement des gaz ; par MM. Jamin et Richard. — Nouvelle note sur l'amblygonite et la montébrasite ; par M. Descloizeaux. — La collection de minéraux de M. Domeyko. — Nouvelle pile électrique de M. Gaiffe. — M. Maumené. — Théorie de la roue à réaction ; par M. de Pambour. — Nécessité de fermer le robinet du Père Secchi. — Sur l'oxydation instantanée de l'alcool ; par M. A. Houzeau. — Dosage de l'urée ; par M. N. Gréhant. — Existence de l'amidon dans la tortue d'eau douce ; par M. C. Dareste. — Phénomène optique observé à la Grande-Chartreuse. Rien du Père Garnier ; etc., etc.... 666

SÉANCE DU 22 JUILLET. — Sur les masses des planètes et la parallaxe du Soleil ; par M. Le Verrier. — Recherche du fer dans le sang d'un animal invertébré ; par M. Boussingault. — Les frelons de spécialités qui prennent la *crème* des autres. — Élection de M. Lovin et non de M. Darwin comme correspondant. — Expériences d'acoustique faites sur la Seine ; par M. F. Lucas. — Sur un nouveau procédé de conservation des substances alimentaires par l'acétate de soude ; par M. Sacc. — Sur la constitution des sels acides en dissolution ; par M. Berthelot. — Sur la théorie de l'explosion des composés détonants ; par MM. P. Champion et H. Pellet. — Recher-

Pages

ches sur les propriétés physiologiques de l'acide quinique; réduction du perchlorure de fer dans l'organisme; par M. Rabuteau. — Danger des masses métalliques en temps d'orage; par M. W. de Fonvielle. — Principes de géologie de M. Ch. Lyell, traduits par M. J. Ginestou. — L'abbé Moigno et Pierre Petit; la paire de gants. — Henri Regnault et le livre de H. Baillière; etc., etc. 668

Séance du 29 Juillet. — Sur la répartition du fer dans les matériaux du corps; par M. Boussingault. — Nomination de M. Lœvy comme membre du Bureau des longitudes. — Les orages et M. W. de Fonvielle. — Sur la fabrication des matières colorantes dérivées de l'aniline; par MM. Ch. Girard et de Laire; etc., etc. 674

Rapport sur l'huile de pétrole; ses avantages et ses inconvénients, considérés au point de vue spécial de prévenir les dangers qu'entraîne le commerce du kérosène et du naphte; par M. Chandler 676

Sur l'anthracène et ses dérivés (Suite); par M. E. Kopp 681

Sur l'isopurpurine, produit extrait de l'alizarine artificielle de MM. Gessert frères; par M. E. Kopp 686

Transformation de la caséine en une matière albumineuse; par M. le docteur Ch. Schwalbe 687

Remède contre l'eczéma; par M. le docteur Sacc 688

Découverte de la digitaline cristallisée de C.-A. Nativelle, seul principe actif, pur et défini de la digitaline; ses avantages en thérapeutique 689

Les Bains; par M. Henri de Parville 697

De l'action du sulfate de fer sur la végétation; par M. Eusèbe Gris. 703

PUBLICATIONS NOUVELLES.

DE LA RESPIRATION PULMONAIRE ET DE LA CHALEUR ANIMALE.

Par Ch. Blondeau.

PREMIER MÉMOIRE.

INTRODUCTION.

Nous avons dit, dans notre précédent mémoire sur les fermentations, qu'il ne saurait y avoir de décompositions spontanées; qu'admettre une pareille hypothèse, c'est aller contre les faits les mieux établis et contredire les lois de la mécanique qui nous apprend que la matière est inerte et qu'elle ne peut apporter d'elle-même aucun changement, ni dans son état de repos ni dans son état de mouvement. Nous avons soutenu l'opinion que, toutes les fois qu'une matière organisée, mise au contact de l'air, éprouve un commencement de décomposition, le mouvement qui se produit dans cette circonstance a pour point de départ la force que possède tout être vivant, et qui seule peut communiquer le mouvement dont il est animé à la matière inerte. Nous avons en outre cherché à établir que tout ce qu'on a désigné sous le nom de fermentation n'était que le moyen que la nature met en œuvre pour ramener à l'état inorganique les substances qui ont joui de la vie, afin qu'elles puissent de nouveau faire partie du règne organique et parcourir encore le cercle indéfini au moyen duquel se perpétue la vie à la surface de la terre.

La fermentation est donc, suivant nous, une combustion produite par l'influence d'un être organisé et vivant, qui, tout en puisant les éléments de sa nutrition dans la matière sur laquelle il se trouve placé, transforme cette matière en une substance éminemment combustible, qui peut alors être attaquée par l'oxygène de l'air et transformée en eau et acide carbonique, dernier terme auquel arrive la matière organique avant de pouvoir entrer dans de nouvelles combinaisons.

Les phénomènes de fermentation, que l'on n'a étudiés jusqu'ici qu'en dehors de l'organisation, se produisent également dans l'être vivant; des combustions lentes s'y accomplissent sous l'influence de ferments et dans le but de la débarrasser des substances qui, ayant rempli leur rôle dans l'économie, doivent en être expulsées et rendues au monde extérieur.

Ces combustions intraorganiques ont lieu, suivant nous, dans les mêmes conditions et sous les mêmes influences que celles qui président à ces phénomènes lorsqu'ils se produisent en dehors de l'être vivant, c'est-à-dire qu'ils sont toujours précédés de la formation *d'une matière éminemment combustible*, circonstance tout à fait indispensable pour que la combinaison de l'oxygène puisse avoir lieu à la température du corps de l'animal.

Au nombre de ces phénomènes importants qui se passent au sein de l'organisme, nous devons signaler la respiration pulmonaire, principe de la chaleur animale, et qui consiste en un échange s'opérant dans le poumon, entre l'oxygène de l'air et les produits de la combustion qui a eu lieu dans l'intérieur des organes.

Depuis Lavoisier, on est habitué à considérer le phénomène de la respiration comme une combustion ordinaire s'opérant dans les mêmes conditions que celle qui produit de la chaleur dans nos foyers. Nous croyons que cette importante fonction est beaucoup plus complexe, et nous chercherons à établir que toutes les actions chimiques qui ont lieu dans l'économie sont placées sous l'influence immédiate de la force vitale, qui en modifie profondément les effets.

C'est dans le but de restituer à la force vitale toute l'importance qu'elle nous paraît avoir dans les réactions qui s'accomplissent dans les êtres organisés, c'est pour faire voir que cette force intervient dans des circonstances où on n'avait pas su la découvrir, que nous avons rédigé ce mémoire, qui a encore pour but d'établir que les phénomènes qui se passent dans l'être vivant diffèrent essentiellement de ceux que nous pouvons produire dans nos laboratoires, et que l'on ne peut jamais, dans un être organisé, faire abstraction de la force vitale

qui préside à toutes les modifications, à tous les changements qui se produisent dans son intérieur pendant tout le cours de son existence.

Il est un fait qui a appelé de tous les temps l'attention des savants et des observateurs : c'est que la vie a besoin, pour s'entretenir, de développer de la chaleur en quantité plus ou moins considérable, suivant la nature des êtres, mais toujours en proportion avec la dimension de leur corps, de manière à ce que ce dernier conserve sensiblement la même température dans les diverses circonstances au milieu desquelles il peut se trouver placé.

Les anciens, encore bien qu'ils fussent privés de tout moyen de mesurer la température des corps, ont connu cette vérité; ils ont même cherché à donner une interprétation du fait, et à déterminer la position du foyer auquel l'organisme allait puiser la chaleur nécessaire à l'accomplissement de ses diverses fonctions.

Aristote, qui est un des premiers qui se soient occupés de cette question, plaçait le foyer de la chaleur vitale dans le cœur, et croyait que c'était de ce point qu'elle partait pour aller se répandre dans tout le reste de l'économie. La quantité de chaleur engendrée dans cet organe était assez considérable, suivant l'opinion de Platon, pour faire entrer le sang en ébullition.

Cette manière de voir fut adoptée par Galien et par ses disciples; et tant que régnèrent en médecine les idées galéniques, c'est-à-dire jusqu'à l'époque de la Renaissance, les médecins enseignèrent que le cœur était la source à laquelle la vie allait puiser la chaleur qui était nécessaire à son entretien.

Mais il ne suffisait pas d'avoir assigné le lieu qu'occupe dans l'organisme le foyer de chaleur indispensable à la vie, il était important de connaître les moyens par lesquels la chaleur s'entretient, et c'est alors que l'on vit se produire les opinions les plus diverses que nous ne nous proposons pas de discuter; mais de toutes ces explications, celle qui consistait à attribuer le développement de la chaleur à des réactions chimiques s'accomplissant au sein de l'économie, fut celle qui eut le plus de partisans, celle qui prévaut encore à notre époque. Déjà Boerhaave avait dit que la chaleur animale provient du conflit des humeurs qui se combinent dans le corps et produisent l'élévation de température qu'on y observe.

Il est évident que toutes les conjectures que l'on avait faites, toutes les hypothèses que l'on avait hasardées, sur les causes auxquelles on doit attribuer le développement de la chaleur animale et sur le lieu où elle se produit, avaient besoin d'être sanctionnées par l'expérience, et le temps n'était pas encore venu où la science devait faire connaître les véritables méthodes expérimentales et fournir les instruments à l'aide desquels on pouvait les mettre en pratique; mais aussitôt que les savants furent en possession d'instruments précis, ils se mirent avec ardeur à attaquer une question que n'avaient pu résoudre leurs prédécesseurs.

Au nombre des savants qui s'occupèrent de ce sujet et qui le traitèrent avec une supériorité incontestable, on doit citer Priestley et Lavoisier : ce dernier surtout vit, dans la combustion d'une partie des éléments du sang, la source de la chaleur que l'on observe dans le corps de tout animal vivant. Ce chef illustre de l'École chimique française, appliquant aux questions de physiologie les procédés d'investigation et les idées générales qui l'avaient dirigé dans l'établissement de la nouvelle doctrine chimique dont il venait d'enrichir la science, analysa, avec une précision à laquelle il semblait qu'il n'était pas possible de rien objecter, les diverses circonstances de l'acte respiratoire, et crut trouver, dans cette fonction si importante, une reproduction exacte de ce qui se passe dans nos foyers; en sorte que la combustion respiratoire lui parut être la source à laquelle s'alimente la chaleur animale, et le poumon l'organe dans lequel se produit cette chaleur.

Écoutons, en effet, ce que dit Lavoisier à ce sujet : « La respiration n'est qu'une combustion lente de carbone et d'hydrogène, qui est semblable en tout à celle qui s'opère dans une lampe ou dans une bougie allumée, et, sous ce point de vue, les animaux qui respirent sont de véritables corps combustibles qui brûlent et se consument.

« Dans la respiration, comme dans la combustion, c'est l'air qui fournit l'oxygène et le calorique, mais dans la respiration, c'est la substance même de l'animal, c'est le sang qui fournit le combustible, et si les animaux ne réparaient pas habituellement par les aliments

ce qu'ils perdent par la respiration, l'huile manquerait bientôt à la lampe, et l'animal périrait comme la lampe s'éteint lorsqu'elle manque d'aliment.

« Les preuves de l'identité d'effets entre la respiration et la combustion se déduisent immédiatement de l'expérience. En effet, l'air qui a servi à la respiration ne contient plus, à la sortie du poumon, la même quantité d'oxygène : il contient non-seulement du gaz carbonique, mais encore beaucoup plus d'eau qu'il n'en contenait avant l'inspiration. Or, comme l'air vital ne peut se convertir en acide carbonique que par une addition de carbone, qu'il ne peut se convertir en eau que par une addition d'hydrogène, que cette double combinaison ne peut s'opérer sans que l'air vital perde une partie de son calorique spécifique, il en résulte que l'effet de la respiration est d'extraire du sang une portion de carbone et d'hydrogène, et d'y déposer à la place une portion de son calorique spécifique, qui, pendant la circulation, se distribue dans toutes les parties de l'économie animale et y entretient cette température à peu près constante que l'on observe dans tous les animaux qui respirent. On dirait que cette analogie, qui existe entre la respiration et la combustion, n'avait point échappé aux poètes ou plutôt aux philosophes de l'antiquité, dont ils étaient les interprètes et les organes. Ce feu dérobé du ciel, ce flambeau de Prométhée, ne présente pas seulement une idée ingénieuse et poétique, c'est la peinture fidèle des opérations de la nature, du moins pour les animaux qui respirent. On peut donc dire avec les anciens que le flambeau de la vie s'allume au moment où l'enfant respire pour la première fois et qu'il ne s'éteint qu'à sa mort. En considérant des rapports si heureux, on serait quelquefois tenté de croire que, en effet, les anciens avaient pénétré, plus avant que nous ne le pensons dans le sanctuaire des connaissances, et que la fable n'est vraiment qu'une allégorie sous laquelle ils cachaient les grandes vérités de la médecine et de la physique. » (*Mémoires de l'Académie des sciences pour* 1789.)

En dépit des analogies si frappantes, indiquées par Lavoisier, entre la respiration et la combustion, malgré l'autorité si imposante du savant illustre qui venait, en quelque sorte, de poser les bases d'une science nouvelle, les physiologistes hésitèrent longtemps à s'engager dans la voie qui leur était ouverte et qui leur paraissait peu sûre, car elle aboutissait, en définitive, à faire abstraction de la force qui communique à l'être organisé la vie et le mouvement, préside à toutes ses fonctions, et qui, lorsqu'elle est absente, le livre sans défense aux agents extérieurs qui se comportent à son égard comme envers une matière inerte. Aussi a-t-il fallu attendre plus d'un demi-siècle avant de voir les physiologistes se ranger à l'opinion de celui qui, le premier, avait cherché à établir la relation qui lui paraissait unir la physique et la chimie à la science de la vie.

Les savants qui résistèrent pendant si longtemps au courant qui, plus tard, devait les entraîner, s'aperçurent fort bien que les analogies qui avaient frappé Lavoisier étaient plus apparentes que réelles, et que le point de départ, le pivot sur lequel reposait tout son système, était loin d'être aussi solide que son auteur le pensait. On était tout naturellement porté à se demander si les circonstances ordinaires, dans lesquelles le carbone et l'hydrogène se combinent à l'oxygène, se trouvent réalisées dans l'organisme vivant, et la réponse à cette question ne pouvait être que négative. En effet, la combinaison de ces deux corps n'a lieu en général qu'à une température élevée, tandis que, dans la respiration, elle se produit à la température de nos organes; de telle sorte que cette combinaison, s'effectuant dans des conditions tout à fait exceptionnelles, offrirait une dérogation aux lois ordinaires de la chimie, une preuve que les phénomènes qui se manifestent sous l'influence de la force vitale ne se produisent pas de la même manière que ceux qui prennent naissance en dehors de l'organisme.

Au moins était-il nécessaire de recourir à l'expérience directe pour s'assurer si, en effet, l'oxygène de l'air se combine directement avec les éléments du sang dans l'intérieur du poumon. Cette épreuve, si simple, de la théorie de Lavoisier ne fut tentée que fort tard, et on doit le regretter, car le résultat négatif auquel elle aurait conduit, eût donné à réfléchir aux physiologistes et les eût sans doute arrêtés sur la pente où ils se sont laissés glisser, si l'on en juge d'après les opinions les plus accréditées.

Que lisons-nous, en effet, dans les ouvrages des physiologistes les plus distingués de notre époque? Nous y voyons qu'ils cherchent presque tous à rendre compte des phénomènes de

la vie, en faisant abstraction de cette force qui réside cependant dans tout être organisé, avant même que sa forme soit déterminée, avant même qu'elle ait pu mettre en jeu des organes rudimentaires. Citons quelques exemples qui prouveront, mieux que tout ce que nous pourrions dire, comment les physiologistes envisagent actuellement les phénomènes qui s'accomplissent dans l'être organisé. Voici ce que dit à ce sujet Lehmann, un des savants les plus distingués de l'Allemagne : « Comme on ne peut guère démontrer l'existence d'une *force dite vitale,* appartenant exclusivement aux êtres organisés, tous les phénomènes propres aux êtres vivants doivent s'expliquer par les lois de la physique et de la chimie : ces lois seules doivent nous donner la clef des phénomènes de la vie; aussi dans un avenir peu éloigné la physiologie animale sera-t elle entièrement réduite aux seuls principes de physique et de chimie. » (LEHMANN, *Précis de physiologie animale.*)

La conséquence immédiate de ce système, consiste à ne voir dans l'être vivant que des phénomènes analogues à ceux qui se produisent dans la nature inorganique, et l'analogie trouvée par Lavoisier, entre la respiration et la combustion, devait conduire les physiologistes à assimiler l'homme à une sorte de machine à vapeur, ne présentant sur cette dernière qu'une supériorité relative à l'emploi du charbon qu'elle consomme pour produire soit de la chaleur, soit du mouvement. Voyez plutôt ce que dit M. Matteucci, un des savants les plus illustres de l'Italie : « Il n'y a donc pas à douter que l'animal ne soit une machine dans laquelle entre continuellement de l'oxygène qui brûle le sang et les tissus et qui développe de la chaleur. Si nous ne fournissions pas continuellement de nouveaux aliments à notre corps, il arriverait rapidement ce qui arrive dans une pile ou dans une chaudière à vapeur, lorsque nous ne renouvelons point le zinc ou que nous cessons de fournir du charbon au foyer. Un animal qui se laisse mourir par inanition meurt parce qu'il cesse de développer de la chaleur, et parce que, dans un animal refroidi au-dessous d'un certain point, toutes les fonctions de l'organisme s'arrêtent. Mais la machine animale n'est pas seulement faite pour développer de la chaleur, elle est en même temps une machine motrice dans laquelle une grande partie de la chaleur est convertie en mouvement et donne une quantité de travail utile plus grande que les machines ordinaires. Il suffit pour cela de se rappeler le travail que fait le cœur. En tenant compte de la quantité de sang qui est mis en mouvement et de la pression supportée, on calcule que le travail mécanique du cœur équivaut au travail nécessaire pour élever son propre poids dans une heure à 6 000 mètres de hauteur. Nous savons maintenant que la locomotive la plus forte ne produit que 1 huitième du travail du cœur. » (MATTEUCCI, *Leçon faite à Turin sur la chaleur animale.*)

Quand une théorie conduit à assimiler l'organisation de l'homme à celle d'une machine destinée à transformer de l'eau en vapeur, quand elle met en parallèle une organisation à la fois si compliquée et si parfaite, avec une chaudière munie d'un corps de pompe et d'un piston, elle donne immédiatement la mesure de son insuffisance : aussi ne doit-on pas s'étonner de voir quelques savants résister au courant qui tend à les entraîner et réclamer en faveur de la force vitale que l'on semble vouloir mettre complétement en oubli. Voilà en quels termes un savant physiologiste français, M. Milne-Edwards, proteste contre les tendances actuelles : « Les phénomènes que les corps vivants offrent à notre étude sont en partie des conséquences des lois de la physique et de la chimie qui régissent l'univers, et je m'appliquerai à mettre en évidence ces liens entre la nature inorganique et les êtres organisés. Mais il en est d'autres qui ne trouvent aucune application dans ces lois générales et qui ne se produisent que là où il y a vie. On est donc conduit à les considérer comme dépendants d'une force qui serait propre aux corps doués de ce genre d'activité, et à personnifier en quelque sorte cette puissance par une dénomination spéciale, de la même manière qu'on le fait pour les forces physiques qu'on appelle lumière ou chaleur, par exemple, tandis que cette désignation n'implique aucun jugement sur la nature intime de ces agents, et ne donne nécessairement l'idée ni d'un fluide ni d'un mouvement vibratoire.

« Les êtres vivants ne sont pas soustraits à l'action des forces générales de la nature, mais ils sont en même temps soumis à l'influence de la vie, qui est aussi une force qui lui appartient en propre. C'est la vie qui coordonne les forces physiques et chimiques de façon à produire les phénomènes dont les corps organisés nous offrent le spectacle, mais elle ne s'y

substitue pas et n'en arrête pas les effets. Le physiologiste doit, par conséquent, étudier avec soin la série des réactions chimiques et des phénomènes physiques dont l'organisme peut être le siége, mais il ne faut pas que dans la machine animale tout puisse s'expliquer par le jeu de ces forces, et on doit attacher non moins d'importance à bien mettre en lumière ce qui dépend de l'influence de la puissance vitale, force sans laquelle aucun être ne pourrait même commencer à exister. » (MILNE-EDWARDS, *Leçons de physiologie et d'anatomie comparées.*)

Nous partageons entièrement la manière de voir de M. Milne-Edwards au sujet de la force vitale, seulement nous ne trouvons pas que son rôle soit suffisamment indiqué en disant qu'elle se borne à coordonner les actions physiques et chimiques. En effet, elle peut elle-même donner naissance à des réactions qui n'ont aucune analogie avec celles qui se produisent en dehors de l'être vivant, et c'est sous son influence immédiate que sont placées toutes les modifications qui interviennent dans l'économie animale, lesquelles ne peuvent recevoir une interprétation satisfaisante qu'à la condition de faire intervenir la force vitale, laquelle annonce sa présence en modifiant les réactions que nous sommes appelés à observer dans nos laboratoires. Aussi le dégagement d'acide carbonique qui se produit dans l'acte de la respiration n'est point le résultat d'une combinaison directe du carbone du sang avec l'oxygène de l'air : c'est une combustion qui ne peut avoir lieu dans l'être vivant que sous l'influence de corps organisés, *d'organites*, comme on les appelle, qui condensent l'oxygène de l'air et l'amènent sous une forme qui lui permet de se combiner à la température ordinaire avec certains corps combustibles qui se trouvent dans le sang. Il n'y a pas dans l'organisme combustion directe des éléments du sang, et, sous ce rapport la machine humaine ne saurait être comparée à aucune machine à vapeur. L'être qui engendre la pensée et qui agit librement, après avoir débattu en lui-même les raisons qui le déterminent à agir, n'a aucun rapport ni dans son organisation, ni dans sa nature, ni dans les phénomènes qui s'accomplissent dans son intérieur. avec la machine à laquelle on a cherché à le comparer, en lui donnant toutefois la supériorité sous le rapport de l'effet utile obtenu par un poids donné de combustible. C'est ce que nous allons chercher à établir dans la suite de ce mémoire.

1° *La chaleur animale n'est point due à une combustion directe du carbone et de l'hydrogène du sang par l'oxygène de l'air.*

Lorsque, pour la première fois, Lavoisier émit l'opinion que la chaleur animale était due à la combustion des éléments du sang dans l'intérieur du poumon et par l'intermédiaire de l'oxygène de l'air introduit dans cet organe, on aurait dû lui objecter que la première chose à faire, pour légitimer cette hypothèse, consistait à prouver que le sang était brûlé par l'oxygène lorsqu'on vient à faire passer ce gaz dans ce liquide maintenu à la température du corps des animaux. Or, cette expérience que Lavoisier n'a pas cru devoir faire, et qui était cependant nécessaire pour asseoir sa théorie sur des bases solides, a été faite par d'autres observateurs et leur a donné des résultats négatifs. On a fait passer dans du sang, extrait des veines d'un animal et maintenu à la température de son corps, un courant d'oxygène, et ce gaz, après avoir déplacé à l'origine une certaine quantité d'acide carbonique naturellement contenu dans le sang, est sorti à la suite de ce déplacement dans l'état où il était entré : ce qui prouve jusqu'à l'évidence que le sang maintenu à la température du corps des animaux ne peut être brûlé par l'oxygène, et que, dans ces conditions, il ne se produit pas la moindre trace d'acide carbonique.

On pourrait objecter que les phénomènes ne s'accomplissent pas à l'air libre de la même manière que dans l'être vivant, et qu'il serait possible que la combustion, qui n'a pas lieu avec du sang extravasé, pût se produire lorsque ce sang est contenu dans les vaisseaux qui le renferment habituellement. Il convenait à l'expérimention, de répondre à cette question, et, en effet, de nombreuses expériences ont été entreprises à ce sujet. M. Brodie a constaté que, lorsqu'on vient à décapiter un animal, si on entretient sa respiration par des moyens artificiels, et que, par la ligature des vaisseaux, on empêche le sang de sortir de l'intérieur du corps, on observe que le refroidissement du cadavre est aussi rapide que s'il n'eût pas été soumis à l'action de la respiration artificielle.

M. Chassat a démontré également que, lorsque l'action du cerveau est suspendue par l'effet d'une section de cet organe pratiquée au devant de la protubérance annulaire, les mouvements respiratoires continuent d'avoir lieu, mais le refroidissement du corps n'en marche pas moins rapidement, et au moment de la mort la température se trouve abaissée de plus de 20 degrés au-dessous de la température normale.

D'après le résultat de ces expériences, qui ont été très-multipliées, on ne saurait douter que, si la chaleur animale doit être attribuée à la combustion de quelque principe contenu dans le sang, cette combustion doit se produire sous une influence dont on n'a pas tenu compte, car la combinaison des éléments du sang avec l'oxygène ne saurait avoir lieu à la température du corps de l'homme ou des animaux.

Les faits que l'on pourrait citer, pour établir que la chaleur animale n'est pas placée sous la dépendance immédiate de l'acte respiratoire, sont si nombreux, que l'on ne doit point s'étonner que quelques physiologistes aient résisté, dès l'origine, à admettre la théorie de Lavoisier. Dans un travail publié en 1799, H. Davy avait fait remarquer que, à la température ordinaire, le gaz oxygène ne se combine ni avec le carbone, ni avec l'hydrogène, et il en concluait que les éléments du sang ne sauraient être brûlés par l'oxygène de l'air, et que, par suite, il n'y avait pas, dans cette circonstance, combustion dans le sens ordinaire de ce mot, mais simplement absorption de l'oxygène par le sang, et dégagement d'acide carbonique et d'eau existant préalablement dans ce liquide. Le savant anglais cite, à l'appui de sa manière de voir, quelques expériences dans lesquelles il a vu que le sang, reçu dans des flacons remplis d'oxygène absorbait une certaine quantité de ce gaz et dégageait en même temps de l'acide carbonique. (H. Davy, *New theory of respiration.*)

En 1821, le docteur Coutanceau exposa dans un ouvrage le résultat des expériences qu'il avait entreprises en commun avec le docteur Nysten, lesquelles avaient pour but l'étude de la respiration chez l'homme, et il rend compte ainsi des faits qu'ils avaient eu l'occasion d'observer : « Les résultats que nous avons obtenus nous ont constamment montré que, dans le gaz azote qui avait servi à notre respiration, une quantité d'acide carbonique égale celle qui se forme dans une respiration ordinaire, ce qui tend, par conséquent, à prouver, d'une manière directe et incontestable, que la production de l'acide carbonique pulmonaire est étrangère à toute espèce de combustion. » (Coutanceau, *Révision des nouvelles doctrines chimico-physiologiques.*)

Les expériences que le docteur Coutanceau avait entreprises sur lui-même, et qui ne lui avaient pas paru suffisantes pour conclure que l'exhalation de l'acide carbonique, dégagé dans la respiraton, était tout à fait indépendante de la combustion du carbone s'opérant dans l'intérieur du poumon, ont été complétées par les recherches de M. William Edwards, qui, en expérimentant sur des animaux capables de résister pendant longtemps à l'asphyxie, étaient plongés dans un gaz inerte, tel que l'azote et l'hydrogène, et continuaient, pendant toute la durée de leur existence, à dégager de l'acide carbonique comme s'ils avaient été plongés dans de l'air ordinaire.

Les premières expériences de M. William Edwards portèrent sur les grenouilles, qui, comme l'homme, respirent à l'aide de poumons, et qui peuvent, pendant longtemps, supporter la privation de l'oxygène sans être asphyxiées. Or, en plaçant sous une cloche pleine de gaz hydrogène pur, et renversé sur un bain de mercure, une grenouille dont on avait préalablement comprimé les flancs de manière à expulser complétement l'air contenu dans ses poumons, ce savant physiologiste constata que, dans l'espace de quelques heures, la quantité d'acide carbonique produite par cet animal était à peu près égale au volume de son corps. D'apres le résultat de cette expérience, il n'était plus possible d'admettre, avec Lavoisier, que l'acide carbonique se formât dans l'intérieur du poumon et qu'il était le résultat de la combustion du carbone du sang par l'oxygène de l'air.

A la vérité, les partisans de la théorie de Lavoisier crurent pouvoir répondre à cette objection en se bornant à déplacer le lieu où s'opérait la combustion, et dirent que ce phénomène s'accomplissait dans les profondeurs de l'organisme, qu'il s'effectuait simplement dans le poumon un échange entre l'acide carbonique contenu dans le sang veineux, lequel se dégageait de ce fluide et était remplacé par l'oxygène de l'air qui se trouvait entraîné par

le courant de la circulation et allait ainsi porter dans tous les points de l'organisme la chaleur qui lui est nécessaire en se combinant partout au carbone et à l'hydrogène du sang.

Cette interprétation de ce qui se passe dans l'acte de la respiration répond, à la vérité, à quelques-unes des difficultés que présente la théorie de Lavoisier, mais elle n'est pas elle-même à l'abri de toute objection. En effet, si la combustion des éléments du sang avait lieu dans l'intérieur du poumon, cet organe devrait être le siége d'une production de chaleur fort considérable et sa température y être plus élevée que celle des parties qui se trouvent situées à une certaine distance. Or, l'expérience nous a appris que non-seulement la température du sang du poumon n'est pas plus élevée que celui qui traverse les autres parties du corps, mais, au contraire, que ce liquide paraît éprouver un certain refroidissement en traversant cet organe.

D'un autre côté, si la combustion du sang avait lieu, ainsi que le soutient M. William Edwards, pendant le trajet de ce liquide au travers du corps, il est bien évident que cette combustion devrait être plus active au voisinage du poumon, là où le sang contient plus d'oxygène, que dans les veines, qui, étant plus distantes de la source à laquelle le sang va puiser l'élément comburant, ne devraient contenir de l'azote et le peu d'oxygène qui n'aurait pas épuisé son action comburante. Et cependant l'oxygène se retrouve dans le sang veineux et artériel en quantité à peu près égale, et l'acide carbonique est à peu près le même dans les deux cas. Il faudrait donc que la combustion fût aussi complète dans les veines que dans les artères, ce qu'il est difficile d'admettre, si l'oxygène qui doit alimenter cette combustion a dû parcourir toutes les artères, et, par suite, se saturer de carbone avant d'arriver aux veines. Cependant il existe des expériences qui prouvent que la combustion est au moins aussi active dans ces dernières que dans les artères, et ces expériences, qui sont dues à M. Claude Bernard, lui ont appris que la température du sang veineux est supérieure de quelques dixièmes de degré à celle du sang des artères.

Ainsi donc, la théorie de Lavoisier et l'interprétation donnée postérieurement par M. William Edwards, de la cause à laquelle il faut attribuer la chaleur animale, ne satisfait pas complétement l'esprit : d'abord, parce que l'oxygène ne se combine pas directement avec les éléments du sang à la température du corps des animaux, pas plus dans le poumon que dans les vaisseaux capillaires, et ensuite, en admettant même que cette combustion pût se produire, comme elle devrait s'effectuer avec plus d'énergie en certains points que dans d'autres, le sang devrait présenter des différences de température que l'on n'est point parvenu à constater.

Mais peut-être se produit-il dans l'organisme quelque substance éminemment combustible et dont la combustion pourrait s'effectuer à une basse température. Lavoisier était porté à le penser. Dans un mémoire fait en commun avec Séguin, et ayant trait à la respiration pulmonaire (Mémoire de l'Adadémie des sciences, 1790), ces deux savants émettent l'opinion que l'oxygène ne se porte pas sur la masse du sang; ils croient au contraire que cette action s'exerce sur un fluide de nature particulière, composé de carbone et d'hydrogène, qui, se séparant du sang, traverse les membranes du poumon pour pénétrer dans les cellules qui terminent les bronches, et où il se trouve en contact immédiat avec l'oxygène de l'air, par l'intermédiaire duquel il serait transformé en acide carbonique et en eau. Encore bien que l'on puisse faire à cette manière de voir la même objection qu'à celle qui consiste à admettre la combustion du sang dans le poumon au travers de tissus qui composent cet organe, on ne peut trop admirer la sagacité de Lavoisier qui lui faisait entrevoir la nécessité d'une substance combustible capable de brûler dans l'organisme; il n'avait que le tort de croire que cette combustion avait lieu dans l'intérieur du poumon, tandis que dans la réalité elle se produit dans toutes les parties qui sont parcourues par le sang.

Lavoisier avait également observé que si l'oxygène de l'air s'était transformé en acide carbonique par suite de la combustion du carbone du sang, comme un volume d'oxygène donne naissance à un égal volume d'acide carbonique, il devait en résulter que la quantité d'acide carbonique dégagé dans l'acte de la respiration devait être égale à celle de l'oxygène absorbé. En expérimentant sur des cochons d'Inde, il trouva que ces animaux, placés dans un volume de 1,728 pouces cubes d'oxygène pur, et après y avoir respiré pendant une heure un quart,

avaient fait disparaître un volume de 55 $^1/_4$ pouces cubes de gaz oxygène et avaient donné naissance à 229 $^1/_2$ pouces cubes d'acide carbonique.

Lavoisier interprète les résultats de cette expérience en disant que l'oxygène de l'air ne se borne pas à brûler le carbone du sang, mais qu'il agit également sur l'hydrogène faisant partie de la constitution de ce fluide, et que l'oxygène qui avait disparu avait servi à brûler l'hydrogène et à former de l'eau. Un cinquième de l'oxygène absorbé dans l'acte de la respiration servirait d'après cela à brûler l'hydrogène; les quatre cinquièmes brûleraient le carbone et le transformeraient en acide carbonique.

Cette explication est-elle admissible? La quantité d'oxygène que Lavoisier suppose être employée à brûler l'hydrogène n'est-elle que le cinquième de celle qui est utilisée dans celle de la respiration? Il est permis d'en douter, car dans les phénomènes de combustion ordinaire, et dans lesquels l'oxygène agit sur un corps contenant de l'ydrogène et du carbone, c'est l'hydrogène qui est brûlé en premier lieu, et le carbone n'est attaqué que lorsque la combustion de l'hydrogène est complète. Ce serait donc une nouvelle dérogation aux lois de la chimie ordinaire, une nouvelle preuve de l'intervention de la force vitale pour modifier les actions chimiques qui ont lieu dans l'organisme.

Quoi qu'il en soit, Lavoisier cherche à étayer sa doctrine de la combustion pulmonaire, en établissant que la chaleur animale était conduite par la combustion du carbone et de l'hydrogène du sang, et que cette chaleur est égale à celle qui se dégage du corps d'un animal pendant tout le temps qu'il respire.

Les résultats obtenus par le savant chimiste français ne pouvaient ni confirmer ni contredire sa théorie; les données sur lesquelles il s'appuyait n'avaient pas été établies par lui avec assez de précision pour qu'il fût en droit d'en tirer quelque conclusion en faveur de la théorie qu'il cherchait à fonder. Ainsi, Lavoisier évaluait la quantité de chaleur développée par un animal, en prenant le poids de la glace fondue par cet animal pendant la durée de son séjour dans un espace clos entouré de toute part de glace, et dont la température était maintenue à 0 degré pendant tout le cours de l'expérience. Or, Lavoisier avait besoin de connaître la chaleur latente de fusion de la glace, et cette donnée n'avait pas été déterminée avec précision par le savant chimiste, car il admettait qu'elle était de 75 unités de chaleur, tandis que dans la réalité elle est de plus de 79.

Lavoisier avait également cherché à déterminer les quantités de chaleur développées par la combustion du carbone et de l'hydrogène, et il avait trouvé que le premier de ces corps émet en brûlant 7,624 unités de chaleur et le second 23,352, tandis que des expériences précises faites à notre époque nous ont appris que le premier de ces corps dégage 8,080 unités de chaleur, et le second, 34,462; et encore Lavoisier admettait-il, sans preuves, qu'un corps libre ou combiné développe en brûlant la même quantié de chaleur.

On voit d'après cela que les résultats obtenus par Lavoisier ne pouvaient inspirer aucune confiance, puisque les données sur lesquelles il s'appuyait pour les obtenir sont trop éloignées de la vérité pour qu'il fût en droit d'en tirer des conclusions pouvant servir à étayer sa théorie. Cependant, à la suite de ces expériences, il crut pouvoir énoncer la proposition suivante :

« Lorsqu'un animal est dans un état permanent et tranquille, lorsqu'il peut vivre pendant un temps considérable sans souffrir dans le milieu qui l'environne, en général, et lorsque les circonstances dans lesquelles il se trouve n'altèrent point sensiblement son sang et ses humeurs, de sorte qu'après plusieurs heures le système animal n'éprouve pas de variation sensible, la conservation de la chaleur animale est due, au moins en grande partie, à la chaleur que produit la combinaison de l'air pur respiré par les animaux avec la base de l'air fixe que le sang lui fournit. » (*Mémoires de l'Académie*, 1780.)

Depuis que des données plus précises ont été obtenues au sujet des quantités de chaleur produites par la combustion de l'hydrogène et du carbone, de nombreuses expériences ont été tentées par des savants français, dans le but d'apporter de nouvelles preuves à l'appui de la doctrine de Lavoisier qu'ils avaient adoptée.

En 1821, l'Académie des sciences provoqua de nouvelles recherches à ce sujet, et deux physiciens habiles, MM. Dulong et Despretz répondirent à son appel. Après avoir cherché à

à se mettre à l'abri des causes d'erreur que l'on pouvait reprocher aux dispositions adoptées par Lavoisier, et avoir déterminé eux-mêmes la quantité de chaleur développée par la combustion du carbone et de l'hydrogène, ils arrivèrent à obtenir des résultats à peu près semblables.

D'après Dulong, la proportion de chaleur dépendant de la combustion du carbone aurait été entre 0.498 et 0.55 de la chaleur dégagée par les animaux carnivores, et entre 0.65 et 0.75 par les herbivores. En admettant que la quantité d'oxygène absorbée et non représentée par l'acide carbonique exhalé, ait été employée à brûler l'hydrogène, la proportion de chaleur due à ces deux causes réunies serait de 0.69 en minimum et de 0.80 en maximum. (Dulong, sur la chaleur animale. Mémoire de l'Académie des sciences, t. XVIII.)

Ces résultats nous apprennent qu'en admettant même que la combustion du carbone et de l'hydrogène ait lieu dans l'économie animale de la même manière qu'elle se produit à l'air libre, cela ne suffit pas pour rendre compte de la chaleur développée dans le corps des animaux, et encore les physiciens que nous venons de mentionner avaient-ils admis sans preuves suffisantes que l'oxygène employé dans la combustion respiratoire dégage autant de chaleur, en se combinant aux éléments du sang, qu'il le fait en s'unissant au carbone et à l'hydrogène à l'état de liberté.

MM. Regnault et Reiset, qui ont repris en 1849 les mêmes recherches, contestent les résultats obtenus par leurs prédécesseurs, et ont cherché à établir par une série d'expériences faites avec le plus grand soin, que le rapport entre l'oxygène consommé et l'acide carbonique produit peut varier pour le même animal entre 0.62 et 1.04, suivant le régime auquel il a été soumis, et par conséquent ce rapport serait loin d'être constant, ainsi que l'avait supposé Lavoisier, et comme l'ont admis la plupart des physiciens qui se sont occupés de cette question.

Nous ne nous attacherons pas à démontrer plus longuement les imperfections que présente la théorie de Lavoisier, nous dirons seulement que la combustion directe des éléments du sang par l'oxygène de l'air, est une hypothèse qui ne nous paraît pas admissible parce qu'elle crée au centre de l'économie un foyer de chaleur dont rien ne constate l'existence, et qu'on ne saurait pas plus admettre que cette combustion puisse s'opérer dans l'intérieur des vaisseaux, et que l'oxygène entraîné dans le sang se combine aux éléments de ce fluide pendant son parcours dans le corps de l'animal, parce que, dans cette hypothèse, l'oxygène se trouvant en plus grande quantité dans le sang artériel que dans le sang veineux, la combustion devrait y être plus active, et par suite la température plus élevée, et c'est ce que l'expérience n'est pas venue confirmer. Pour nous, la respiration est un phénomène plus complexe qu'on ne l'a pensé jusqu'à ce jour, c'est un des moyens dont se sert l'organisme pour se débarrasser des substances qu'il n'est pas parvenu à s'assimiler, et qui, ne trouvant plus d'emploi dans l'économie, doivent être brûlées et converties en acide carbonique et en eau, avant d'être restituées sous cette forme au monde extérieur. Ce changement, qui s'opère par une combustion lente, ne peut avoir lieu que sous l'influence de la force vitale ; aussi voyons-nous cette force se manifester avant qu'aucune combustion puisse se produire, et la respiration se trouve ainsi placée, du reste comme toutes les fonctions de l'économie, sous la dépendance immédiate de la force qui anime tout être vivant.

En un mot, et pour faire connaître toute notre pensée au sujet des faits complexes auxquels donne lieu la respiration, nous dirons que dans l'intérieur de l'organisme se produisent des phénomènes en tout semblables à ceux que l'on désigne sous le nom de fermentation, que le sucre qui se trouve en si grande quantité dans le sang, et sous l'influence d'un ferment particulier qui n'est autre que les globules du sang, se transforme en alcool et acide carbonique, que ce dernier est expulsé du sang en même temps que de l'air pénètre dans les poumons. L'alcool brûlé par l'oxygène se transforme en acide carbonique et en eau, ainsi que cela se produit dans une fermentation acétique ordinaire. Comme ce phénomène s'accomplit dans toutes les parties de l'économie, ce résultat permet d'expliquer la production uniforme de chaleur qu'on y observe.

Actuellement il nous reste à fournir les preuves sur lesquelles s'appuie notre manière de voir, et c'est ce que nous allons essayer de faire dans la seconde partie de notre mémoire.

2° *L'acide carbonique qui se dégage dans l'acte de la respiration provient en partie d'une fermentation qui a lieu dans l'intérieur des vaisseaux, et de la combustion des produits qui résultent de cette fermentation.*

Nous nous proposons d'établir, dans cette seconde partie de notre travail, que la fermentation, que l'on est dans l'habitude de considérer comme un mode particulier de décomposition qui se produit et s'alimente aux dépens des substances organiques privées de la vie, peut aussi s'établir dans l'organisme vivant, et concourir pour une bonne part à l'accomplissement des phénomènes si variés qui y prennent naissance, et qu'elle joue en particulier un rôle très-important dans l'acte respiratoire. On est d'autant plus porté à le croire qu'on retrouve dans le sang tous les matériaux nécessaires à la production de la fermentation alcoolique. Ce liquide contient, en effet, du sucre et de la matière albumineuse, et les globules qu'il renferme ne sont qu'une espèce particulière de ferment ayant la plus grande analogie de composition et de nature avec la levûre de bière. Le ferment hématique exerce son action sur le sucre contenu dans le sang en le transformant en alcool et acide carbonique, en même temps qu'il agit sur la matière azotée pour la faire servir à son développement. Le mouvement et la vie des globules développe, dans cette circonstance, une certaine quantité de chaleur qui vient s'ajouter à celle qui résulte de la combustion de l'alcool, en sorte que la chaleur animale est due à deux causes, à l'action vitale des globules du sang, et à l'action chimique qu'ils déterminent.

Pour introduire de l'ordre et de la méthode dans l'exposition de la théorie que nous cherchons à établir, nous poserons en premier lieu la proposition suivante :

Les globules du sang ne sont autre chose que les globules d'un ferment présentant les plus grandes analogies avec la levûre de bière.

L'expérience à l'aide de laquelle nous avons cherché à établir cette analogie consiste à remplacer, dans un liquide fermentescible, la levûre de bière par du sang, et à faire voir que dans ce cas la fermentation s'établit aussi bien que lorsqu'on emploie le ferment ordinaire.

Nous avons introduit, dans un flacon d'un litre de capacité, 10 grammes de sucre dissous dans 300 grammes d'eau, et après y avoir ajouté 6 grammes de sang de porc extrait depuis peu des vaisseaux de l'animal, nous avons abandonné à lui-même cet appareil dans un lieu où la température se maintenait à 20 degrés.

Dans ces conditions, la fermentation n'a pas tardé à s'établir, et la température du liquide qui, à l'origine, était de 20 degrés, n'a pas tardé à s'élever à 25 degrés, en même temps qu'un dégagement d'acide carbonique a lieu et que de l'alcool prend naissance au sein du liquide.

Cette expérience nous prouve que les globules du sang se comportent, à l'égard de l'eau sucrée, comme la levûre de bière, et qu'ils en déterminent la fermentation d'une manière analogue à cette dernière, et que le ferment hématique peut vivre et se développer au moyen des matières albumineuses contenues dans le sang.

L'analogie qui existe entre le mode d'action des globules du sang et de la levûre se maintient encore quand on considère leur forme, leur composition et leur mode de reproduction.

La forme des globules du ferment a été déterminée par Leuwenhoeck en 1680. Cet habile observateur a trouvé que la levûre était formée d'une agglomération de très-petits globules sphériques ou ovoïdes, dont la nature lui semblait être végétale, car il croyait que ces globules tiraient leur origine de la farine provenant des céréales.

Les observations plus récentes de Cagniard-Latour et de Turpin n'ont fait que confirmer les observations de Leuwenhoeck. En effet, Cagniard-Latour dit : Ces globules paraissent appartenir au règne végétal ou animal et se régénèrent de deux manières différentes ; en outre ils semblent n'agir sur une dissolution sucrée qu'autant qu'ils sont dans un état de vie.

M. Pasteur, auquel on doit des observations importantes sur la nature des ferments, considère la levûre de bière comme étant formée par un amas de petites vésicules à parois élastiques, pleines d'un liquide associé à une matière molle, plus ou moins granuleuse, qui

gagne peu à peu le centre à mesure que le globule vieillit. La paroi de la cellule est élastique et peut se gonfler par l'accès de l'eau dans son intérieur, ou au contraire se déformer par la dessiccation.

En lisant cette description, on voit qu'elle s'applique également aux globules du sang, tels qu'ils ont été décrits par Malpighi, Leuwenhoeck, et à notre époque par Wharton, Wagner, Ehrenberg, Prévot et Dumas, ainsi que par un grand nombre d'autres physiologistes.

Les globules du sang et ceux de la levûre de bière, ne se ressemblent pas seulement sous le rapport de leur forme extérieure et de leurs dimensions, ils se reproduisent encore de la même manière.

Mitscherlich, auquel on doit les observations les plus précises qui aient été faites sur ce sujet, dit que quand on observe le développement de ces globules dans une infusion d'orge germée où l'on délaye un peu de levûre de bière, on voit le globule isolé que l'on place sous les fils croisés d'un micromètre produire, au bout de quelques heures, à sa surface, une sorte de hernie. C'est un nouveau globule en voie de formation, lequel augmente peu à peu jusqu'au point d'atteindre les dimensions du globule primitif. Bientôt deux nouveaux renflements se produisent, l'un sur le premier globule, l'autre sur le second, puis un peu plus tard il s'en développe sur tous les globules formés lorsqu'ils arrivent à la même grosseur. Au bout de trois jours, il existe trente globules au moins autour du globule primitif, lesquels ne tardent pas à s'en détacher.

Les globules du sang présentent des phénomènes de multiplication analogues à ceux que nous venons de décrire. M. Kœlliker a en effet observé que ces globules se divisent en deux et prennent l'apparence d'un boulet ramé dont les deux parties sont liées entre elles par une sorte de chainon. Bientôt la partie intermédiaire s'atténue et finit par se rompre ; alors les deux sphères devenues libres et isolées constituent l'une et l'autre un globule hématique semblable à celui qui les a produites.

Un médecin anglais, Warton Jones, a remarqué la formation d'un renflement sur un point de la tunique des globules du sang d'une raie. Bientôt ces renflements disparaissent et d'autres dilatations lobiformes se manifestent sur d'autres points et se séparent à leur tour. M. Jones a constaté des modifications analogues dans les globules du sang de la grenouille et dans le sang de l'homme. D'après ce physiologiste, les globules blancs que l'on observe dans le sang des vertébrés ne seraient que les jeunes globules de ces animaux, destinés à devenir plus tard des globules rouges.

On voit d'après cela que le mode de structure et de reproduction des globules du sang se rapproche considérablement de celui de la levûre de bière, et si ce n'était la différence de couleur, on serait tenté de croire que l'on a affaire aux mêmes organites. Mais la différence de teinte n'est pas une circonstance dont il faille trop se préoccuper, puisqu'on sait que le sang de l'immense majorité des animaux n'est pas coloré, et que dans ce liquide, lors même qu'il appartient à un vertébré, on trouve un très-grand nombre de globules incolores.

L'analogie que nous avons constatée jusqu'ici entre la levûre de bière et les globules du sang se maintient encore lorsqu'on compare ces deux corps sous le rapport de leur composition. En effet, si on traite de la levûre intacte par de l'acide acétique, la matière azotée est exosmosée par l'acide à travers son enveloppe, et en ajoutant du carbonate d'ammoniaque, sans toutefois neutraliser complètement la liqueur, on précipite la matière contenue dans les globules, laquelle soumise à l'analyse a donné les résultats suivants :

Carbone	54.44
Hydrogène	6.99
Azote	15.89
Oxygène / Soufre / Phosphore	22.68
	100.00

(Mulder.)

D'un autre côté, l'analyse des globules du sang a été faite par M. Dumas, et les résultats obtenus par ce savant chimiste se trouvent consignés dans le tableau suivant :

	GLOBULES DU SANG		
	de la femme.	du chien.	du lapin.
Carbone	55.1	55.4	54.1
Hydrogène	7.1	7.1	7.1
Azote	17.2	17.3	17.5
Oxygène	20.6	20.2	21.3
	100.0	100.0	100.0

En présence de pareils résultats, il est impossible de méconnaître l'analogie, pour ne pas dire la complète identité qui existe sous le rapport de la composition, entre les globules du sang et ceux de la levûre de bière, et cette analogie subsiste encore lorsqu'on examine les produits minéraux qui accompagnent les uns et les autres.

L'analyse des principes minéraux contenus dans la levûre a été faite par M. Mitscherlich, l'analyse des cendres laissées par la combustion du sang a été opérée par M. Lehmann, et nous allons mettre en regard les résultats obtenus par ces savants chimistes.

	ANALYSE DES CENDRES	
	de levûre de bière.	du sang.
Acide phosphorique	44.8	17.8
Potasse	39.8	57.8
Soude	»	21.7
Phosphate de magnésie	16.9	1.8
Phosphate de chaux	2.3	1.1
	103.7	101.2

Encore bien que ces derniers résultats ne soient pas très-concordants, ils suffisent à établir que les mêmes sels minéraux se retrouvent dans la levûre et dans le sang, et c'est une nouvelle preuve qui vient à l'appui de celles que nous avons déjà données dans le but d'établir l'analogie qui existe entre ces deux espèces de corps.

Une dernière analogie que nous devons signaler entre les globules de la levûre et ceux du sang, consiste en ce que les deux espèces de globules qu'on rencontre dans ces deux espèces de ferments paraissent destinés à jouer des rôles différents, et que les uns déterminent la fermentation alcoolique et les autres la combustion de l'alcool formé dans cette circonstance.

L'existence de ces deux espèces de ferments contenus dans la levûre de bière a été signalée par MM. Mitscherlich, Liebig et Pasteur; ce dernier a fait voir qu'un de ces ferments jouissait de la propriété de condenser l'oxygène de l'air et de déterminer la combustion de l'alcool, et cela avec une rapidité et avec un dégagement de chaleur bien faits pour étonner les observateurs d'un phénomène aussi imprévu.

Il y a déjà longtemps que l'on a constaté que la levûre de bière était composée de globules doués d'une organisation spéciale et accomplissant des fonctions qui ne peuvent appartenir qu'à un être vivant. La même manière de voir a été adoptée par rapport aux globules du sang par un grand nombre de physiologistes qui voient dans ces globules des organismes élementaires, et ce n'est qu'en raison même de la vitalité dont ils sont animés, qu'on est en droit de dire que le sang est une matière vivante.

Cette opinion, qui a été soutenue par Hervey, Hunter, et adoptée par un grand nombre de physiologistes, a été poussée si loin par quelques-uns d'entre eux, qu'ils ont été jusqu'à avancer que la vitalité des globules du sang se manifeste par des mouvements, et que l'acide carbonique qu'ils dégagent n'est que le résultat de leur respiration.

Puisque l'analogie qui existe entre les globules du sang et la levûre de bière est si complète, pourquoi n admettrions-nous pas que les premiers sont susceptibles de produire la fermentation alcoolique dans l'intérieur des vaisseaux, puisque nous savons que dans ces organes se trouvent réalisées toutes les conditions propres à déterminer cette fermentation et même à l'entretenir?

3° *Le sucre contenu dans l'organisme animal se transforme, sous l'influence des globules du sang, en alcool et acide carbonique, et le premier de ces corps est brûlé par l'oxygène de l'air.*

L'importance du rôle que le sucre est appelé à jouer dans l'organisme était facile à prévoir lorsqu'on a su que cette substance se trouve contenue, et même en quantité considérable, dans la plupart des substances qui servent à l'alimentation des animaux, et de l'homme en particulier, lequel éprouve le besoin de faire entrer les matières sucrées dans la préparation de la plupart de ses aliments.

On sait également que dans une maladie particulière que l'on désigne sous le nom de *diabète sucré*, l'organisme humain évacue par la voie des urines une quantité de sucre fort considérable, ce qui porta à penser qu'il ne serait pas impossible que cette matière fût contenue en petite quantité dans le sang de l'homme à l'état de santé; mais généralement on a admis que le sucre était un produit pathologique de l'économie, et qu'il n'existait pas dans le sang à l'état normal.

Il était réservé à notre savant physiologiste, M. Cl. Bernard, de faire voir à la suite d'une série d'expériences entreprises en 1849, que le sucre était un produit constant de l'organisation animale, qu'il se formait dans le foie et qu'il disparaissait dans la circulation. En effet, cette substance ne se trouve pas dans le sang de la veine porte, elle se rencontre au contraire en grande quantité dans le sang des veines hépatiques; on est en droit, d'après cela, de se demander ce que devient le sucre qui se trouve entraîné dans le courant de la circulation.

Quelques physiologistes ont pensé qu'il était brûlé directement par l'oxygène contenu dans le sang, mais cette explication ne nous paraît pas plus probable que celle qui consiste à considérer les éléments du sang comme la matière combustible à l'aide de laquelle s'entretient la chaleur animale.

Suivant nous le sucre disparait de l'intérieur du sang parce que, pendant son trajet au travers des organes, il est transformé en alcool et acide carbonique sous l'influence des globules sanguins, et que le gaz produit dans cette fermentation intérieure se dégage dans le poumon, qui devient ainsi un organe de sécrétion, comparable sous certains rapports aux reins, qui évacuent également, par l'intermédiaire des urines, les substances qui sont devenues inutiles à l'organisme.

Pour justifier notre manière de voir, il aurait fallu pouvoir constater la présence de l'alcool dans le sang, opération délicate et difficile, car on sait avec quelle rapidité l'alcool est brûlé. En effet, un homme qui boit une bouteille de vin de bordeaux absorbe plus de 100 grammes d'alcool dont on ne peut plus retrouver la moindre trace, ni dans ses urines, ni dans les produits de sa respiration, tant la combustion de l'alcool a été rapide.

Cela ne nous a pas empêché de chercher à constater la présence de l'alcool dans le sang de l'homme, et pour cela nous l'avons soumis à la distillation après l'avoir étendu d'une certaine quantité d'eau; mais nous avons été forcé de renoncer à ce procédé, en raison de la quantité énorme de mousse qui se produit pendant l'opération, et qui en trouble les résultats Nous nous sommes arrêté au procédé suivant, qui nous a conduit plus directement à notre but.

Nous avons placé un demi-litre de sang recueilli au moment où il venait de sortir des vaisseaux qui le contenaient, dans un vase situé au-dessus d'un récipient à fond plat et contenant une couche d'acide sulfurique. Après avoir placé le tout sous le récipient de la machine pneumatique, nous avons fait le vide, que nous avons maintenu pendant plusieurs jours, jusqu'à ce que le sang fût complétement desséché et que les vapeurs des liquides volatils contenus dans son intérieur se fussent condensées dans l'acide sulfurique. C'est là que nous avons été chercher l'alcool, qui, s'il est contenu dans le sang, a dû se combiner à l'acide sulfurique et former de l'acide sulfovinique. Dans le but de découvrir sa présence, nous avons saturé le liquide avec de la craie, et nous avons filtré, lorsque nous avons remarqué que le liquide ne produisait plus d'effervescence. Le produit de la filtration a été évaporé et nous a donné une substance cristallisée en lames hexagonales minces, présentant tous les caractères du sulfovinate de chaux. Ce sel desséché a été placé dans une cornue munie d'un récipient contenant une dissolution de potasse, et a dégagé pendant la distillation une quan-

tité d'alcool suffisante pour en constater tous les caractères, et pour nous prouver que ce liquide, quoique contenu dans le sang en très-faible quantité, s'y trouve cependant à dose suffisante pour communiquer à ce liq ide l'odeur particulière qu'il dégage et pour s'opposer à sa coagulation tant qu'il séjourne dans l'intérieur des vaisseaux.

Pour justifier les conséquences de notre théorie et pour voir si elle est confirmée par les faits, il serait important de connaître la quantité de sucre qui se produit dans l'économie animale, afin de calculer la quantité d'alcool qui en résulte, par suite la quantité de chaleur que peut développer sa combustion. Or, cette détermination n'a point été faite, en raison des grandes difficultés qu'elle présente, le sucre étant détruit à peu près en même temps qu'il est formé. C'est même en raison de cette circonstance que la plupart des chimistes qui se sont livrés à l'étude du sang, ne sont pas parvenus à constater dans ce fluide la présence du sucre, qui n'y a été reconnue d'une manière certaine qu'à la suite des travaux si remarquables de M. Cl. Bernard.

Depuis l'époque à laquelle ce savant physiologiste a mis en évidence le fait capital de l'existence du sucre dans le sang, tous les chimistes qui se sont occupés de ce sujet ont non-seulement constaté l'exactitude de cette assertion, mais ils ont encore reconnu que le sang contient des quantités de sucre de moins en moins considérables quand on le prend dans des parties de plus en plus éloignées du foie. Ainsi, M. Poggiale a trouvé que, tandis que le sang pris :

Dans la veine hépathique contient, sur 1000 parties..................	0.553	de sucre.
Pris dans la veine cave, il ne contient plus que	0.148	—
Et dans l'artère crurale	0.066	—

M. Lecomte a trouvé, en expérimentant sur des chiens, que le sang contenu dans la veine porte ne contenait aucune trace de sucre, tandis que celui de la veine hépatique en renfermait en moyenne $\frac{5}{10000}$ du poids du sang. Les résultats obtenus par M. Cl. Bernard sur le sang des suppliciés l'ont conduit aux mêmes chiffres.

En partant de ces données et en admettant avec M. Vierordt que le temps employé par le sang à parcourir l'ensemble des vaisseaux qui séparent la veine hépatique de la veine porte soit de vingt-deux secondes, il en résulterait que le sang ferait dans les vingt-quatre heures 3,925 fois le tour du corps et que dans cet intervalle de temps il devrait se produire 3,925 fois une quantité de sucre égale à $7^{gr}.5$ que l'on trouve dans le sang de la veine hépatique, et qui est les $\frac{5}{10000}$ du poids du sang que l'on peut évaluer à 15 kilogrammes, et d'après cela il devrait se former dans l'économie humaine $29^{k}.437$ de sucre par jour.

Ce résultat exagéré prouve évidemment qu'à chaque révolution du sang le sucre qui s'y trouve contenu n'est pas complétement détruit, et, par suite, qu'il ne s'en produit pas dans le même temps une quantité égale à celle que nous avons supposée.

Encore bien qu'il nous soit impossible d'admettre une production de sucre aussi considérable que celle que nous venons d'énoncer, du moins il nous sera facile de constater que, dans certains états pathologiques, l'économie humaine est susceptible d'en produire des quantités fort notables. Ainsi on a vu certains diabétiques rendre par jour 18 litres d'urine contenant en moyenne 85 grammes de sucre par litre, ce qui représente une production de $1^{k}.530$ de sucre par vingt-quatre heures.

La production du sucre chez l'homme en état de maladie ou de santé pourrait bien être aussi active dans un cas que dans l'autre, la seule différence proviendrait de ce que, dans l'état pathologique, le sucre ne pouvant fermenter, c'est-à-dire se transformer en alcool et acide carbonique, et par suite être brûlé, il ne peut être expulsé de l'économie que par la sécrétion urinaire, au lieu de se dégager à l'état de gaz par l'appareil respiratoire. Nous allons admettre cette hypothèse fort plausible et chercher à en tirer quelques conséquences relatives à la quantité de chaleur dégagée dans l'économie.

Nous considérerons donc, dans les circonstances particulières que nous venons de faire connaître, le corps humain comme une fabrique de sucre dans laquelle le foie serait capable

de produire par jour 1k.530 de sucre, ou pendant le cours d'une année 547k.5 de cette substance, qui, sous l'influence des globules du sang, le transformerait en 279k.9 d'alcool et 267k.6 d'acide carbonique, et comme d'ailleurs on sait que ce gaz recueilli à la sortie du poumon provient de deux sources, de la fermentation du sucre par suite de sa transformation en acide carbonique et alcool, et de la combustion de ce dernier qui produirait encore une certaine quantité d'acide carbonique. Or, on sait que la fermentation de 1k.530 de sucre est capable de fournir un poids de 748 grammes d'acide carbonique et de 782 grammes d'alcool, qui lui même étant brûlé peut donner naissance à 1,224 grammes d'acide carbonique; il en résulterait que l'homme à l'état de santé devrait dégager par le poumon 1,972 grammes d'acide carbonique par jour. Or, l'expérience ayant appris que l'homme bien portant ne produit que 1,147 grammes d'acide carbonique par vingt-quatre heures, il faut bien admettre que la production de sucre que nous avons admise est anormale et qu'elle doit être réduite à 839 grammes par jour, ou à 306k.135 par année.

Or, ces 839 grammes de sucre peuvent donner naissance à 429 grammes d'alcool qui peuvent produire en brûlant 3.081.936 unités de chaleur, ou la quantité de chaleur nécessaire pour élever d'un degré 3.082 kilogrammes d'eau, ou enfin pour porter à l'ébullition 30k.82 d'eau. Or, les physiciens ont trouvé que la somme de chaleur nécessaire à l'entretien de la vie était chez l'homme de 3.250 calories par jour, c'est-à-dire la quantité de chaleur nécessaire pour porter à l'ébullition 32k.1/2 d'eau, ce qui tendrait à prouver que l'hypothèse dont nous sommes parti est exacte, et qu'il se forme à peu près dans l'économie 839 grammes de sucre par jour.

Quant à la combustion de l'alcool dans l'économie, nous sommes porté à admettre qu'elle se produit dans l'économie en dégageant autant de chaleur qu'à l'air libre, et en donnant naissance, dans l'un et l'autre cas, à de l'acide carbonique et à de l'eau. Or, rien ne s'oppose à admettre cette combustion, lorsqu'on réfléchit à ce qui se passe au contact de l'alcool et de simples copeaux de bois, circonstance dans laquelle la combustion a lieu en vertu de la propriété qu'ils possèdent de condenser l'oxygène de l'air. Or, on sait quelle puissance de condensation possèdent les globules du sang, et l'on ne doit point être étonné qu'ils puissent déterminer la combustion d'une matière éminemment combustible. Les exemples de combustion s'effectuant sous de semblables influences sont très-nombreux; on peut citer les matières huileuses qui, au contact des substances pouvant condenser l'oxygène, déterminent des combustions si actives qu'elles peuvent donner lieu à leur inflammation. Ce sont autant de preuves qui viennent à l'appui de la théorie que nous proposons en ce moment.

Conclusion. — La théorie à l'aide de laquelle Lavoisier a cherché à rendre compte de la production de la chaleur animale ne nous paraît pas exacte, et cela pour deux raisons : la première, parce qu'il place le foyer de cette chaleur dans le poumon, et que cette hypothèse tout à fait improbable conduit à des conséquences que l'expérience n'a pas justifiées ; et en second lieu, parce que, d'après cette théorie, ce sont les éléments du sang qui constituent la source à laquelle cette combustion s'alimente, et qu'il est bien démontré que le sang ne saurait céder aucun de ses éléments à l'oxygène, à la température du corps de l'homme ou des animaux.

En admettant comme nous le faisons que la transformation du sucre contenu dans le sang a lieu en donnant naissance à de l'alcool et à de l'acide carbonique, et que cette transformation précède la combustion du sucre, on se rend compte du rôle que jouent dans l'économie les aliments sucrés, si bien nommés *aliments respiratoires*, et on donne une interprétation exacte de la grande quantité de sucre élaborée dans le foie et qui disparaît pendant la circulation.

Notre théorie n'est pas entièrement nouvelle, elle sert seulement à interpréter des faits qui n'avaient pas échappé à la sagacité de notre grand chimiste. Lavoisier avait été conduit, par suite de ses derniers travaux sur la chaleur animale, à admettre que ce n'étaient pas les éléments du sang qui étaient brûlés dans la respiration, mais bien une matière très-combustible formée d'hydrogène et de carbone et qui, contenue dans le sang, était sécrétée par le poumon et mise en contact avec l'air en se répandant dans les cellules pulmonaires. Cette

matière, nous croyons l'avoir découverte, non pas dans le poumon, mais dans le sang, et elle serait suivant nous l'alcool provenant de la fermentation du sucre, lequel se produit dans l'économie animale partout où pénètre le sang.

Lavoisier avait également mis en question de savoir si une partie de l'acide carbonique qui se dégage du poumon ne proviendrait pas d'une autre source que de la combustion pulmonaire, et il était porté à penser qu'une partie de ce gaz était due à la digestion; nous avons cité les expériences qui lui avaient prouvé que la quantité d'oxygène transformée en gaz acide carbonique, était loin de représenter le volume de ce dernier qu'on recueille dans l'acte de la respiration; il en avait donc conclu qu'une partie de ce gaz devait provenir d'une cause différente de la combustion pulmonaire: nous avons cherché à établir qu'en effet une portion de l'acide carbonique provient de la fermentation qu'éprouve, sous l'influence du ferment hématique, le sucre qui se transforme en alcool et acide carbonique, en sorte qu'une portion seulement de l'acide carbonique est due à la combustion de l'alcool formé dans cette circonstance.

En plaçant ainsi la respiration sous la dépendance de la fermentation, nous n'avons fait que généraliser une loi qui préside à tous les phénomènes s'accomplissant dans l'économie, et qui consiste en ce que tous les changements qu'on y observe sont placés sous la dépendance de la force vitale, laquelle modifie toujours d'une manière plus ou moins notable les forces qui déterminent les actions chimiques.

Les conséquences de notre nouvelle théorie nous paraissent assez importantes pour que nous croyions devoir les signaler. Connaissant la nature et le mode d'action des globules du sang, ainsi que les circonstances dans lesquelles ils peuvent exercer leurs fonctions, on peut espérer découvrir les remèdes propres à combattre les altérations que le sang est susceptible d'éprouver, et par suite le moyen d'entretenir la vie des globules dont l'existence est intimement liée à celle des animaux qui les contiennent.

En constatant la présence de l'alcool dans le sang, et en faisant voir que c'est presque uniquement à la combustion du premier de ces liquides qu'est due la chaleur animale, nous avons fait comprendre l'importance des liqueurs fermentées dans l'alimentation, et fourni à la médecine une indication des moyens à employer pour augmenter ou ralentir à volonté la combustion pulmonaire, et par suite la chaleur animale.

Il ne nous est pas possible de faire ressortir en ce moment toutes les conséquences qui peuvent ressortir de notre théorie; elle tend à établir que des phénomènes analogues aux fermentations ont lieu continuellement dans l'organisme, et que c'est par des réactions semblables à celles que nous venons de décrire que s'accomplissent les transformations de la plupart des substances qui s'effectuent dans l'économie animale. Mais nous ne craignons pas d'avancer que notre théorie nous a paru rendre compte d'une manière plus exacte que celles qui ont été proposées jusqu'ici, des faits qui s'accomplissent dans l'acte de la respiration, en la plaçant sous la dépendance de l'activité vitale des globules du sang. D'après cela, toutes les circonstances qui tendent à augmenter ou à ralentir l'énergie des globules, a pour effet d'augmenter ou de diminuer l'activité de la fermentation et par suite la chaleur animale. Notre théorie présente donc l'avantage de restituer à la force vitale toute l'importance dont on avait cherché à la dépouiller, et c'est sous ce rapport que nous la croyons digne de fixer l'attention des physiologistes.

RECHERCHES CHIMIQUES SUR LE CONDURANGO.

Par G. Vulpius,
Pharmacien à Boxberg (Prusse).

« On rencontre dans le commerce sous le nom de condurango deux substances des plus différentes. L'une est déjà connue depuis dix ans sous le nom de guaco, elle est formé des tiges hachées du *Mikania guaco* et est importée de Venezuela. L'autre nous arrive, pour la

plus grande partie, du Chili par Hambourg; c'est une écorce dont l'origine n'est pas encore bien déterminée; on suppose qu'elle appartient à une plante de la famille des asclepiadées. C'est cette dernière substance qui a servi aux recherches que nous allons exposer.

A. — Incinération.

100 grammes de condurango concassé furent calcinés avec les précautions ordinaires. Il se développa une odeur pénétrante rappelant à la fois le sucre brûlé et l'acide tannique décomposé par la chaleur. La cendre obtenue pesait 12 grammes, elle était presque blanche, très-légère, et dans un grand état de division.

Cette cendre abandonna 16.7 pour 100 de son poids à l'eau bouillante; la solution faisait effervescence avec l'acide chlorhydrique et donnait ensuite avec le chlorure de baryum un précipité insoluble dans l'acide nitrique, elle contenait donc une quantité notable de carbonates et de sulfates. L'emploi du nitrate d'argent et de l'acide molybdique décela la présence d'une faible quantité de chlorures solubles et de traces de phosphates. La solution aqueuse ne contenait pas de silice, mais elle renfermait un peu de sulfures alcalins formés pendant la calcination par suite de la réduction des sulfates par le charbon. Comme bases on y retrouva de la potasse et seulement des traces de chaux et de soude.

Les 83.3 pour 100 constituant la partie des cendres insolubles dans l'eau furent chauffés avec de l'acide chlorhydrique; il y eut effervescence et on dissolvit ainsi 83.05 pour 100 de la cendre totale. Cette solution fut neutralisée exactement par du carbonate de soude, puis on y ajouta de l'acétate de soude et un peu d'acide acétique et on chauffa; il se produisit un précipité assez abondant de phosphate de fer. La liqueur filtrée traitée par le sulfhydrate ne laissa déposer, au bout d'un temps assez long, qu'un précipité insignifiant dans lequel on put déceler au chalumeau des traces de manganèse.

Cette même liqueur filtrée a donné par l'oxalate d'ammoniaque un très-abondant précipité d'oxalate de chaux, et après séparation de ce dernier un précipité notable de phosphate ammoniaco-magnésien par le chlorhydrate d'ammoniaque et le phosphate de soude.

Le résidu insoluble dans l'acide chlorhydrique formait 0.25 pour 100 du poids total de la cendre, un tiers de ce résidu consistait en particules de charbon, les deux autres tiers étaient formés de silice colorée en rouge par de l'oxyde de fer. On a pu enlever cet oxyde de fer à la silice, elle devint alors complétement blanche et put être facilement dissoute dans une solution concentrée de carbonate de soude.

Comme on le voit, ces résultats ne diffèrent pas de ceux que présente en général l'incinération d'une écorce quelconque.

B. — Analyse immédiate.

1° *Traitement par l'éther.*

On pesa 100 grammes de condurango concassé et on les laissa macérer huit jours avec quatre fois leur poids d'éther; l'écorce perdit dans cette opération $5^{gr}.4$ et on obtint une belle solution verte que l'on fit évaporer à une très-douce chaleur. On obtint ainsi $5^{gr}.2$ d'une masse molle à chaud, dure à froid, brillante et grenue; elle présentait une vive couleur verte, une odeur rappelant celle de l'écorce de quinquina et un goût amer et astringent, et en même temps résineux.

Ce résidu d'évaporation fut soumis à deux digestions successives de vingt-quatre heures chacune dans dix fois son poids d'eau; la substance perdit $1^{gr}.40$ et on obtint une solution faiblement jaunâtre et d'un goût très-astringent, qu'il fut très-difficile de faire filtrer claire, et qui resta opalescente même après plusieurs cristallisations. Ce liquide aqueux se comportait de la manière suivante avec les différents réactifs :

La potasse le colore en jaune sans y produire aucun trouble; si l'on chauffe, il se produit une opalescence qui disparaît par une ébullition prolongée.

Le carbonate de potasse produit une légère coloration jaune; en faisant bouillir, il se sépare des flocons jaunâtres qui se réunissent au bout de quelque temps en une petite masse jaune, en même temps que le liquide s'éclaircit.

La soude et son carbonate agissent de même, cependant le trouble produit ne disparaît pas par l'ébullition.

La potasse détermine une coloration jaune insignifiante et le liquide ne s'éclaircit que partiellement par l'ébullition.

Le carbonate d'ammoniaque agit comme celui de potasse, mais la coloration jaune produite est moins intense.

L'oxalate d'ammoniaque se comporte de même : le liquide est encore trouble après une ébullition prolongée.

Le chlorure de baryum ne produit à froid aucun précipité, mais si on fait bouillir la liqueur elle se trouble et il se forme une masse jaune fortement adhérente au verre, sans cependant que le liquide s'éclaircisse complétement.

Le chlorure de potassium se comporte de même, avec cette différence que l'ébullition clarifie presque entièrement la solution et que la masse qui se rassemble est plus grise que dans la réaction précédente.

Avec l'eau de chaux, le précipité ne s'agglomère pas ainsi, la solution reste trouble quand on la fait bouillir.

Lorsque la solution a été préalablement concentrée, le perchlorure de fer y produit un précipité jaune verdâtre assez abondant.

L'acétate de plomb produit un précipité jaune brun qui disparaît en partie quand on ajoute de l'acide acétique.

Le sulfate de proto et sexquioxyde de fer produit un léger trouble brun verdâtre, et le sulfate de cuivre un trouble verdâtre.

L'acide picrique ne fait que troubler légèrement la solution, et l'émétique n'exerce sur elle aucune action sensible.

La solution de gélatine produit un précipité floconneux. Le trouble se produit par l'évaporation au bain-marie, elle disparaît par le refroidissement. Le résidu de cette évaporation est une masse jaune, transparente et cassante, d'un goût amer, facilement soluble dans l'eau froide ; cette nouvelle solution se trouble sous l'influeuce de la chaleur.

La moitié de la solution aqueuse fournie par l'extrait éthéré fut saturée d'acétate de plomb. Il se produisit un léger précipité jaune brun, qui fut recueilli sur un filtre, lavé, mis en suspension dans l'eau et décomposé par l'hydrogène sulfuré. Le liquide séparé du sulfure de plomb et débarrassé par l'ébullition de l'excès d'hydrogène sulfuré, fut concentré par l'évaporation ; en cet état il donnait par un persel de fer un trouble brun verdâtre; par l'émétique un trouble très-faible, et par la gélatine des flocons peu abondants. En portant à siccité, on obtint une petite quantité d'une substance jaune, transparente et cassante, soluble dans l'eau.

Le résidu de la digestion de l'extrait éthéré dans l'eau pesait $3^{gr}.80$. Il était jaune pâle, adhérent fortement aux doigts, visqueux, d'une consistance semblable à celle de la gutta-percha ramollie, d'un goût presque nul, peut-être un peu astringent. En chauffant cette substance avec précaution, on la convertit en un liquide huileux. L'acide sulfurique concentré et légèrement chaud la dissout avec dépôt de quelques particules de charbon; il se forme ainsi une liqueur brune qui, lorsqu'on l'additionne d'eau, dépose des filaments blancs et cassants comme une résine.

L'acide nitrique concentré n'exerce sur ce résidu aucune action ni à chaud ni à froid, tandis que l'acide chlorhydrique le colore, à une douce chaleur, en gris verdâtre sale, et finit par le dissoudre lentement, mais complétement, en formant une solution jaunâtre.

La lessive de soude étendue colore la masse en jaune assez intense et la dissout en grande partie après une ébullition prolongée. La solution ainsi obtenue est moins colorée que le résidu ; elle reste claire quand on la dilue ou qu'on la laisse refroidir. L'ammoniaque exerce aussi sur cette substance une action dissolvante, mais sans produire de coloration.

Ce résidu, laissé plusieurs heures en digestion dans de l'alcool à 90 degrés, lui abandonna $0^{gr}.81$: la solution était d'un beau jaune et très-limpide; elle devenait fortement laiteuse par l'addition d'eau, mais reprenait sa limpidité par l'ébullition avec de la soude caustique. Évaporée au bain-marie, elle laissa d'abord déposer des flocons blancs et donna comme résidu une masse vert brunâtre de la consistance de la térébenthine, d'un goût amer assez prononcé, et qui, à la température de l'ébullition de l'eau, se convertissait en un liquide

huileux. Ce résidu était facilement soluble dans l'eau et à une douce chaleur dans l'alcool, en formant une solution jaune.

Quand on fait bouillir la masse avec une lessive de potasse, il se produit une solution écumeuse, dont le trouble n'augmente pas lorsqu'on ajoute de l'eau. L'ammoniaque liquide produit une dissolution analogue.

Sous l'influence de l'acide sulfurique concentré froid, il se forme des grumeaux gris noirs, qui, à une douce température, se dissolvent en produisant une solution d'un beau rouge brun ; si on ajoute alors de l'eau, il se sépare de nouveau une substance noirâtre résineuse, et la liqueur surnageante se trouve presque entièrement décolorée.

L'acide nitrique concentré n'agit pas à froid ; à l'ébullition, il donne naissance à une matière de la couleur et de la consistance de la cire. Pendant cette réaction, l'acide nitrique lui-même ne change pas d'aspect ; ce n'est que lorsqu'on ajoute de l'ammoniaque qu'il devient jaune.

L'acide chlorhydrique n'a aucune action à froid ; à chaud il produit une substance grasse de couleur grise.

La portion de l'extrait éthéré qui ne s'était pas dissoute dans l'alcool avait une teinte plus brune. Bouillie avec de l'eau, elle a donné une solution incolore et neutre, et un résidu jaune brun sale, d'une saveur fade et de la consistance d'une résine molle. Ce résidu forme 2.69 pour 100 du poids de l'écorce de condurango.

La liqueur filtrée a une saveur et une odeur légèrement bitumineuses; elle ne précipite ni par les acides, ni par les alcalis, ni par les sels de fer. Évaporée à l'air libre, elle laisse un résidu blanc qui se dissout sans coloration dans l'acide sulfurique. Si on ajoute alors quelques parcelles de bichromate de potasse, il se produit aussitôt une coloration rouge brun foncé. Si on laisse évaporer sur une lame de verre une goutte de cette solution aqueuse, le résidu présente au microscope l'aspect d'une pellicule homogène offrant çà et là des groupes de cristaux rayonnés.

2° *Traitement par l'alcool.*

Le traitement par l'éther avait laissé un résidu de 94gr.60 d'écorce ; ce résidu fut laissé pendant huit jours en contact avec six fois son poids d'alcool, en agitant de temps en temps ; au bout de ce temps, on filtra et on exprima le résidu. On obtint ainsi 564 grammes d'une teinture jaunâtre limpide que l'on réduisit à 50 grammes par l'évaporation au bain-marie ; on ajouta alors un égal poids d'eau, ce qui produisit un trouble, et on continua de chauffer jusqu'à complète volatilisation de l'alcool.

Tant que le liquide fut encore chaud, les parois de la capsule furent couvertes d'une masse résineuse, jaune, cassante. Cette matière se dissolvit peu à peu pendant le refroidissement, et, pour en opérer la séparation, il fallut ajouter encore un tiers d'eau, chauffer rapidement et décanter aussitôt le liquide. Après dessiccation, la matière résineuse pesait 4gr.45 ; elle formait une masse cassante jaune brun, jaune pâle, en lames minces, transparente, d'une saveur âcre et fortement amère ; elle se dissolvait au bout de quelques heures dans l'eau froide, mais sans donner une solution tout à fait claire.

Cette matière se dissout dans l'acide sulfurique concentré froid, en donnant une solution brun sale ; à chaud, la solution prend une belle coloration rouge brun. L'eau précipite de cette solution une substance gris noir, verdâtre sous une faible épaisseur, et la liqueur surnageante reste limpide et incolore.

L'acide sulfurique étendu n'agit pas à froid ; à la température de l'ébullition, il dissout un peu de la substance et se teinte en jaune.

Cette matière est insoluble dans l'éther, mais se dissout facilement à froid dans l'alcool ; la solution est jaune.

Elle se dissout partiellement à froid dans la solution de potasse concentrée en donnant une solution jaune. L'influence de la chaleur n'augmente pas sa solubilité, mais la partie non dissoute se change en une substance brune spongieuse. Si on ajoute alors trois parties d'eau et qu'on fasse bouillir quelques instants, le tout se dissout en produisant une solution jaune. L'ammoniaque liquide opère à froid la dissolution complète ; la liqueur résultante est d'un beau jaune safran et un peu trouble.

Le liquide, séparé par décantation de cette partie de l'extrait alcoolique, présentait une réaction acide ; il était jaune rouge assez intense, d'une odeur désagréable, irritante, et d'une saveur un peu amère et astringente. Additionné d'eau, il se trouble fortement au bout d'un certain temps et mousse beaucoup quand on l'agite.

Additionné de potasse caustique, il reste limpide, mais se colore en jaune orangé. Le carbonate de potasse, la soude, le carbonate de soude, l'ammoniaque et le carbonate d'ammoniaque produisent la même coloration, mais avec moins d'intensité.

L'oxalate d'ammoniaque rend, au bout de quelque temps, la liqueur laiteuse. L'eau de chaux produit une coloration jaune. Le chlorure de potassium et celui de baryum n'ont aucune action.

Le perchlorure de fer produit immédiatement un abondant précipité vert noirâtre, soluble dans l'acide chlorhydrique, en donnant une solution brune un peu trouble, et formant avec l'acide chlorhydrique une solution jaune limpide.

Le sulfate de proto et sesquioxyde de fer, en solution très-étendue, produit encore mieux cette coloration verte : la teinte est alors vert pré foncé.

L'acétate de plomb donne un abondant précipité jaune brun.

Le sulfate de cuivre ne fait que troubler fortement la liqueur en jaune clair.

Le nitrate d'argent ne produit qu'un trouble ; l'acide picrique n'a aucune action.

L'émétique rend la liqueur laiteuse.

La liqueur cuprotartrique donne la réaction du sucre.

La solution de gélatine n'occasionne qu'un trouble très léger.

L'acide sulfurique étendu rend la liqueur fortement laiteuse ; les acides chlorhydrique, nitrique et phosphorique produisent le même effet, quoiqu'à un moindre degré ; l'acide acétique rend, au contraire, à la solution sa limpidité première.

La moitié du liquide primitif donna, par l'évaporation, $4^{gr}.47$ d'un extrait transparent brun clair, c'est-à-dire 8.94 pour 100 du poids de l'écorce de condurango. Cet extrait se dissolvait à froid dans l'acide sulfurique concentré en formant une solution brune dont la couleur augmentait d'intensité à chaud.

L'acide sulfurique donne à froid une solution jaune rouge trouble.

L'acide nitrique concentré dissout à froid cet extrait en donnant une solution jaune brun ; à chaud, il se produit une réaction énergique avec dégagement de vapeurs rouges ; si, après refroidissement, on étend d'eau le liquide, qu'on filtre et qu'on sature d'ammoniaque, on obtient, quand on ajoute du chlorure de calcium, un abondant précipité d'oxalate de chaux.

Cette matière extractive est facilement dissoute à froid par l'acide chlorhydrique concentré ; il se produit une solution verte qui, lorsqu'on l'étend d'eau, devient vert gris sans se troubler.

Elle se dissout complétement à froid dans la potasse ; la solution est jaune safran, l'addition de l'eau augmente encore l'intensité de cette coloration sans troubler la liqueur. L'acide chlorhydrique décolore complétement la liqueur.

L'ammoniaque a une action identique à celle de la potasse.

3° *Épuisement par l'eau.*

Comme nous l'avons déjà fait observer, les traitements précédents avaient fait perdre à l'écorce employée 17.80 pour 100 de son poids. Les $81^{gr}.20$ restants furent mis à macérer pendant trois jours avec dix fois leur poids d'eau. Comme l'ébullition d'un peu du liquide filtré démontra la présence d'une petite quantité d'albumine végétale, on fit bouillir toute la masse pendant une demi-heure et on décanta après avoir laissé déposer, puis on ajouta au résidu une quantité d'eau égale à la précédente et on fit bouillir encore une demi-heure, puis on laissa refroidir, on filtra, on lava légèrement et on fit sécher le résidu. Il pesait $60^{gr}.8$ et avait une couleur grise uniforme.

Le liquide filtré était jaune brun clair, neutre aux papiers colorés, d'une odeur infecte et d'une saveur fade excitante. Il mousse beaucoup par l'agitation, même lorsqu'il est dilué, et la mousse est très-persistante.

Additionné d'une petite quantité d'iodure de potassium et d'une goutte d'acide nitrique

fumant, ce liquide donne la réaction bleue de l'amidon; la potasse le colore en jaune sans le troubler ni à chaud ni à froid.

Le carbonate de potasse produit aussi une coloration jaune, mais la liqueur se trouble par l'ébullition.

La soude caustique et le carbonate de soude exercent une action analogue sans causer de trouble ni à chaud ni à froid.

Il faut signaler ici la forte odeur de lessive, rappelant d'ailleurs celle du condurango, qui se développe sous l'influence des alcalis fixes pures ou carbonatés.

Le carbonate d'ammoniaque produit, en même temps que la coloration jaune, un léger trouble qui ne disparaît pas par l'ébullition. L'oxalate d'ammoniaque n'indique que des traces de sels de chaux.

L'eau de chaux colore aussi le liquide en jaune, mais sans occasionner aucun trouble.

Le chlorure de baryum produit un très-léger trouble, il faut donc conclure à la présence d'une petite quantité de sulfate de chaux.

Le chlorure de calcium ne donne pas de précipité.

Le perchlorure de fer produit une coloration brun verdâtre et le liquide ne se trouble pas à chaud.

Le sulfate de proto et sexquioxyde de fer produit au contraire un trouble brun vert, et la chaleur détermine ensuite la formation d'un abondant précipité de la même couleur, soluble en partie dans l'acide acétique et complétement dans l'acide chlorhydrique.

L'acide molybdique et le réactif magnésien permirent de reconnaître la présence de traces d'acide phosphorique.

L'acétate de plomb produit un trouble brun qui à l'ébullition se change en un précipité floconneux de la même couleur.

Le sulfate de cuivre produit un trouble vert.

L'acide picrique n'a pas d'action. Il en est de même des acides sulfurique, nitrique, chlorhydrique et du prussiate jaune.

La moitié de ce liquide fut évaporée à sec au bain-marie et donna $10^{gr}.05$ d'un résidu brun noir brillant. Ce résidu se dissout lentement en noircissant dans l'acide sulfurique et l'addition de l'eau précipite de cette solution une matière résineuse noire.

Après une longue ébullition avec de l'acide sulfurique étendu, le résidu donne la réaction du sucre par suite de la transformation de l'amidon.

Le résidu d'évaporation se dissout partiellement à froid dans l'acide nitrique; il se produit une coloration jaune. A chaud, la solution est complète et il se dégage des vapeurs rutilantes. Dans cette réaction il se forme de l'acide oxalique. Cet extrait aqueux se dissout encore facilement à froid avec coloration brune, dans l'acide chlorhydrique ainsi que dans la potasse étendue et l'ammoniaque.

Chauffé sur la lame de platine il donne un charbon boursoufflé, difficile à incinérer.

L'autre moitié du liquide fut complétement précipitée par l'acétate de plomb. Il se produisit un précipité jaune brun sale qui, après avoir été bien lavé par décantation, fut décomposé par un courant d'hydrogène sulfuré. Le liquide séparé du plomb et débarrassé de l'hydrogène sulfuré fut ramené à 100 grammes. Il avait une réaction acide et était d'une belle couleur jaune de vin.

Il n'est pas altéré par l'eau de chaux et se trouble à peine par le molybdate d'ammoniaque et le chlorure de baryum.

Le perchlorure de fer le colore en vert foncé; l'acide picrique ne l'altère pas; la solution de gélatine produit un trouble et l'acétate de plomb le précipite naturellement en brun.

En l'évaporant à sec et en ayant soin de remuer constamment, on obtient une poudre jaune brun d'un goût acide astringent dont le poids formait 1.13 pour 100 de celui de l'écorce employée.

Ce résidu pulvérulent ne contenait ni acide acétique, ni acide oxalique et dégageait, quand on le chauffait dans un tube fermé des vapeurs acides d'une odeur piquante. Sa réaction fortement acide et la facilité avec laquelle il se combine aux alcalis pour former des solutions

jaunes font supposer que l'on a affaire ici, outre l'acide tannique, à un autre acide que précipite l'acétate de plomb.

L'acide sulfurique concentré dissout ce corps en se colorant à froid en brun, à chaud en brun jaune foncé. L'eau ne précipite rien de cette dissolution.

Les acides nitrique et chlorhydrique le dissolvent aussi, le premier avec une couleur tirant sur le jaune rouge, le second avec une teinte plutôt brune,

Pour déterminer la nature de cet acide organique mêlé au tannin, une partie de la poudre brune fut reprise par l'eau et la liqueur légèrement alcalinisée par de l'ammoniaque, et on ajouta du chlorhydrate d'ammoniaque et du chlorure de calcium; au bout d'un certain temps, il se produisit un précipité peu abondant. Ce précipité fut recueilli et traité par quelques gouttes de soude caustique; on étendit ensuite la liqueur, on filtra et on fit bouillir quelques minutes; il se forma alors un léger précipité dans lequel on reconnut la présence de l'acide tartrique. La liqueur filtrée du précipité par le chlorure de calcium, additionnée de son volume d'alcool, fournit un abondant précipité que l'on rassembla sur un filtre, lava à l'alcool et dissolvit dans quelques gouttes d'acide chlorhydrique. Le liquide ainsi, obtenu saturé par l'ammoniaque, ne se trouble pas à l'ébullition; il précipitait de nouveau par l'alcool; on avait donc affaire à de l'acide malique ou peut-être à un acide particulier au condurango et voisin de l'acide malique.

La solution filtrée du précipité par l'acétate de plomb donne la réaction du sucre avec le réactif cuprotartrique, mais avec une moindre intensité que la liqueur provenant du traitement par l'alcool; ce dernier véhicule avait donc enlevé presque tout le sucre.

4° *Traitement par l'acide chlorhydrique.*

Des 100 grammes d'écorce employés, il ne restait plus que 60gr.8. On les fit digérer pendant 3 jours dans un mélange de 1 partie d'acide chlorhydrique officinal avec 19 parties d'eau. A la fin de l'opération on maintint pendant une heure la température entre 60 et 65° C. Le liquide fut filtré; et il resta un résidu du poids de 51gr.6.

Cette liqueur filtrée était jaune brun; après avoir été suffisamment concentrée, elle donne par l'ammoniaque en léger excès un abondant précipité brun. La solution filtrée de ce précipité est jaune de vin et ne précipite ni par le ferrocyanure de potassium ni par l'acide picrique. Bouilli pendant quelque temps avec du carbonate de potasse, le précipité brun fournit une liqueur brun foncé qui se décolore presque entièrement quand on la sursature par l'acide chlorhydrique et ne reprécipite pas ensuite par l'ammoniaque. L'addition d'une goutte de chlorure de calcium détermine alors la formation d'un précipité pulvérulent insoluble dans l'acide acétique, mais soluble dans l'acide chlorhydrique et consistant par conséquent en oxalate de chaux.

Quand on fait bouillir le précipité produit par l'ammoniaque avec de l'alcool à 85 pour 100, on obtient une liqueur peu colorée, à réaction neutre, mais se troublant nettement par l'acide picrique. Exposé sur une lame de verre, cette solution laisse une tache blanche; reprise par l'acide chlorhydrique, cette tache donne une solution que trouble l'acide picrique, mais qui ne précipite ni par le chlore ni par le prussiate jaune. Cette tache se dissout en jaune dans l'acide sulfurique concentré; si on ajoute alors un peu de bichromate de potasse, il se produit aux points de contact une coloration rouge brun. Vues au microscope, ces taches blanches présentent des grains transparents amorphes; ce n'est que sur leurs bords que l'on aperçoit des indications de cristallisations en aiguilles; l'alcool et l'essence de térébenthine les dissout facilement et complétement, l'éther moins facilement et le chloroforme ne les dissout que partiellement. Elles se dissolvent à la longue dans l'acide chlorhydrique. Le précipité brun, épuisé par l'alcool bouillant, cède ensuite au chloroforme un corps analogue qui, quand on laisse évaporer sa solution, reste aussi sous forme de taches blanches, mais il ne jaunit pas, ne présente aucune trace de cristallisation et ne se dissout pas dans l'alcool.

Après avoir été évaporé à moitié, l'extrait chlorhydrique fut additionné de potasse caustique; il se produisit un trouble brun qui, par l'ébullition, se convertit en un précipité floconneux assez notable.

Le carbonate de potasse agit de même, mais l'ébullition rend le précipité plus pulvérulent. La soude a une action analogue. Le carbonate de soude donne un précipité plus blanchâtre qui se prend en masses pendant l'ébullition.

Le carbonate d'ammoniaque produit un précipité tel que la solution se prend presque en gelée.

Le chlorure de calcium n'a aucune action.

Le chlorure de baryum produit un léger trouble ne disparaissant pas par l'acide nitrique.

Le perchlorure de fer et le sulfate de protosexquioxyde n'ont aucune action; mais le prussiate jaune produit un abondant précipité vert par transmission, bleu par réflexion, insoluble dans les acides chlorhydrique et nitrique et qui brunit par la potasse. Le sulfate de cuivre et l'iodure de potassium ne donnent pas de réaction; le bichlorure de mercure produit un léger trouble.

Avec l'acide picrique on obtient un fort précipité jaune qui disparaît par l'ébullition, se reforme par le refroidissement et se dissout en partie dans les alcalis caustiques.

Pour déterminer si l'écorce de condurango ne contient pas de petites quantités d'une base organique qui, se partageant entre les divers dissolvants, échapperait ainsi aux recherches, on traita 100 grammes d'écorce fraîche par un mélange de 10 grammes d'acide chlorhydrique officinal avec 400 grammes d'eau, en chauffant à la fin comme précédemment et répétant plusieurs fois le traitement.

Le liquide filtré ainsi obtenu pesait 150 grammes, il était d'un rouge brun intense. Une petite quantité saturée d'abord par l'ammoniaque fut agitée avec du chloroforme et ce dernier, évaporé ensuite sur des lames de verre, laissa des taches qui à un grossissement de 400 fois ne présentèrent que des globules irréguliers et des fragments anguleux. Cette liqueur donne avec le ferrocyanure de potassium un précipité vert se déposant rapidement; pendant l'évaporation à une basse température elle dépose d'abondants flocons bruns et donne des précipités bruns avec les alcalis caustiques et carbonatés. Cette solution fut ramenée à 200 grammes, puis rendue fortement alcaline au moyen d'un lait de chaux; on rassembla sur un filtre le précipité jaune brun ainsi produit, après lavage et dessiccation il pesait 13gr.2; on le fit alors bouillir 3 fois avec 6 fois son poids d'alcool à 80 pour 100; on filtra chaud, on le fit digérer avec du noir animal pour le décolorer et on filtra de nouveau, puis on laissa évaporer. Cette liqueur alcoolique laisse sur une plaque de verre des taches d'un blanc mat qui se présentent au microscope comme un réseau homogène parsemé de gros grains. Ces taches ne sont pas altérées par l'ammoniaque, elles se dissolvent partiellement dans la benzine et complétement dans l'alcool. Le chloroforme dissout le réseau précédemment indiqué sans toucher aux gros grains. Quand on dépose sur ces grains une goutte d'acide sulfurique étendu, il se forme immédiatement des cristanx de gypse. Lavés sur un filtre avec de l'eau, ils donnent une liqueur qui présente les réactions de la chaux; ce sont donc des parcelles de chlorure de calcium provenant d'un lavage incomplet du précipité produit par le lait de chaux. Dans le but d'en séparer d'autres corps, le produit de l'évaporation du liquide alcoolique fut misen digestion dans un mélange de chloroforme et d'éther, qui laissa insolubles le chlorure de calcium et des traces de chaux. L'évaporation de la solution ainsi obtenue fournit une couche transparente homogène, incolore et amorphe qui brunissait sous l'influence de l'acide sulfurique et se colorait en vert par l'acide nitrique, puis au bout de quelque temps donnait avec ce dernier réactif une solution incolore. L'acide sulfurique enlève quelque chose à ce résidu, car la liqueur brunit quand on l'évapore; mais on ne peut rien en précipiter ni par les alcalis caustiques, ni par les carbonates alcalins; la matière dissoute est donc sans doute une résine. Si maintenant on reprend par l'eau la partie non dissoute par l'alcool, afin d'en séparer le chlorure de calcium, et qu'on traite ensuite de nouveau par l'alcool, la liqueur alcoolique résultante laisse par l'évaporation une substance amère d'un aspect en partie cristallin, en partie résineux, qui, abandonnée à l'air et à la lumière, devient brune au bout de quelques heures. 100 grammes de condurango fournissent 7 décigrammes de cette substance. Elle est soluble dans le chloroforme et insoluble même à chaud dans l'acide chlorhydrique et dans la potasse caustique. L'acide sulfurique la dissout à une douce chaleur en se colorant en brun et l'eau produit dans cette dissolution un précipité vert.

Chauffée avec précaution sur une lame de platine, elle fond en répandant une odeur résineuse caractéristique et brûle ensuite sans laisser de résidu et en dégageant des vapeurs qui irritent la gorge.

Le précipité par la chaux, épuisé par l'alcool, fut ensuite mis à digérer avec du chloroforme auquel il ne communiqua aucune teinte ni aucune réaction. Cependant l'évaporation sur un verre de montre de ce chloroforme laissa un enduit de la matière résineuse déjà indiqué, insoluble dans l'eau et les alcalis, mais soluble dans l'alcool, l'éther et la benzine.

5° Traitement par la potasse.

On revint alors à l'écorce précédemment employée dont il ne restait que 51gr.6. Cette dernière partie fut mise à digérer pendant trois jours avec 6 fois son poids de solution de potasse à 5 pour 100; le liquide fut ensuite filtré sur un linge et le résidu lavé et séché ; il pesait 40gr.45 et se composait exclusivement de fibres végétales; il était devenu complétement insipide. La liqueur filtrée était rouge brun foncé et avait l'odeur du savon; elle ne se troublait pas par l'eau. Elle n'était que faiblement troublée par les acides chlorhydrique, nitrique, sulfurique, phosphorique et acétique, mais ces acides faisaient disparaître la coloration foncée, qui cependant pouvait être reproduite par une addition de potasse.

En considérant dans leur ensemble les résultats des recherches qui précèdent, on voit que si l'écorce du condurango jouit réellement de propriétés médicinales, point sur lequel les médecins ne semblent pas encore bien d'accord, ces propriétés doivent être rapportées à la présence en quantités notables de deux résines particulières; ce n'est ni l'acide tannique, ni la matière amère résineuse cristalline soluble dans l'alcool, ni le chromogène jaunissant par les alcalis qui pourraient, en raison de leur nature et de leur proportion, avoir quelque importance au point de vue médical; on en peut dire autant des sels organiques, des hydrates de carbones et des parties minérales. Si donc la thérapeutique avait besoin d'un médicament renfermant à l'état concentré les parties actives du condurango, il faudrait avoir recours avant tout a une teinture préparée au moyen d'alcool fort et à un extrait alcoolique. »

Nous allons faire suivre cette analysé laborieuse, due à un pharmacien allemand, ce qui se devine en en lisant les détails fastidieux, les réactions inutiles et non expliquées, n'aboutissant d'ailleurs à aucune conclusion, de la notice historique qui a été donnée il y a quelque temps déjà à l'Académie des sciences, ce qui complétera, en dehors des observations médicales, ce que l'on sait sur le condurango.

Sur le *gonolobus cundurango.*

Par M. TRIANA.

Depuis un certain temps, on parle, sous le nom de *cundurango*, d'un nouvel agent thérapeutique qui ne serait rien moins qu'un antidote du cancer et viendrait enfin répondre à l'un des grands *desiderata* de l'art médical.

Ce n'est point à ce titre, d'ailleurs, que le *cundurango* a d'abord figuré dans la médecine populaire de l'Amérique du Sud, et longtemps on n'y a vu, ainsi que dans d'autres plantes du même pays, le *guaco*, le *matos*, etc., qu'un remède contre la morsure des serpents.

Ces sortes de blessures, en apparence si légères, étant, dans bien des cas, suivies d'une prompte mort, on ne s'étonnera point d'apprendre que la découverte des remèdes qui passent pour les guérir ait été partout, dans l'opinion populaire, entourée d'un certain merveilleux; mais ce qui vaut la peine d'être remarqué, c'est que ce merveilleux soit presque partout le même. Il s'agit toujours d'un animal qui, faisant la chasse aux reptiles, recourt, pour se préserver de leur morsure ou pour neutraliser leur venin, à quelque plante du pays. La plante, d'ailleurs, ainsi que l'animal qui l'a fait connaître, varie suivant les localités.

Ainsi, dans la vallée du Magdalena et dans les montagnes qui s'élèvent des deux côtés, c'est un héron, le *guaco*, qui se guérit avec les feuilles d'une composée que Humboldt et Bonpland ont appelée *mikania guaco*. Dans la Nouvelle-Grenade encore, mais dans les grandes plaines qui s'étendent à l'ouest de la Cordillière des Andes, c'est un petit mammifère qui obtient le même résultat en rongeant les racines tuberculeuses d'une aristolochiée que les naturels appellent de son nom *matos*. Dans l'État de l'Équateur enfin, c'est le *condor* qui emploie comme contre-poison du venin des serpents les feuilles d'une espèce de *gonolobus*, désignée, pour cette raison, sous le nom de *cundur-angu*, c'est-à-dire liane du condor (1).

Quelques gonolobées sont considérées par les indigènes comme des poisons violents, et c'est par suite de cette croyance qu'on serait arrivé à découvrir leur action contre le cancer. On rapporte qu'une Indienne de Loxa, qui connaissait les effets meurtriers du *cundurango* et voulait se défaire de son mari, lui administra avec persévérance une infusion de cette plante; mais, loin de causer la mort, elle le guérit d'un cancer dont il souffrait depuis longtemps. C'est cette histoire, devenue légendaire, qui paraît avoir suggéré au docteur Eguiguren, médecin et frère du gouverneur de la province de Loxa, l'idée d'essayer le *cundurango* dans les affections cancéreuses et syphilitiques. On assure que ces essais eurent un plein succès. Plus tard, le gouverneur lui-même, appelé à Quito par des fonctions politiques, y obtint un égal succès sur plusieurs autres personnes. Le président de l'Équateur, don Gabriel-Garcia Moreno, informé de ces guérisons, notamment de celles qui s'étaient produites dans les hôpitaux de la ville, crut de son devoir de donner à ces faits la plus grande publicité, afin d'attirer l'attention des gouvernements de l'Europe et de l'Amérique sur une découverte qui, si elle se confirmait, comme il en avait l'espoir, donnerait à la primitive patrie du quinquina un nouveau titre à la reconnaissance du monde. En conséquence, on distribua, avec la plus grande libéralité, des tiges du *cundurango*, et l'on en fit parvenir, par voie diplomatique, aux gouvernements amis, avec prière de les soumettre à l'étude des médecins, des botanistes et des chimistes.

J'étais encore en Angleterre quand le gouvernement anglais reçut et transmit à l'établissement botanique de Kew les échantillons du *cundurango* pour y être déterminés. On me permit de les examiner; mais il me fut impossible alors de reconnaître, d'après de simples morceaux de tiges, une plante que je n'avais pas vue auparavant. Quant à ce qui se disait des propriétés anticancéreuses qu'on lui attribuait, je ne pus me défendre de témoigner quelque incrédulité, me souvenant qu'en Amérique on donne quelquefois le nom de *cancer* à des ulcères atoniques de mauvaise nature, syphilitiques, gangréneux, etc., qui peuvent être guéris ou améliorés au moyen de plantes empruntées à la médecine populaire du pays. Plus tard, cependant, mes doutes s'affaiblirent lorsque j'eus lu attentivement les documents authentiques émanés de médecins de l'État de l'Équateur et d'autres parties de l'Amérique qui ont fait la description circonstanciée des maladies traitées et guéries par le *cundurango*.

Les journaux officiels de la république de l'Équateur et des républiques voisines s'étant occupés, à plusieurs reprises, de cette importante question, et le gouvernement de la Colombie, en particulier, ayant témoigné le désir de la voir complétement éclaircie, j'ai, en ma qualité de Colombien, pensé qu'il était de mon devoir de faire l'étude botanique de cette plante intéressante. Quant à ses propriétés médicales, si je ne suis pas en mesure de les vérifier, je ne dois pas cependant dissimuler mes convictions à cet égard; d'après les documents et pièces à conviction qui ont passé sous mes yeux, je ne crois pas trop m'avancer en disant : 1° que, parmi les descriptions des maladies traitées en Amérique par le *cundurango*, il y en a plusieurs qui paraissent bien ne pouvoir s'appliquer qu'à des affections cancéreuses; 2° que, même dans le cas d'une erreur de diagnostic de la part des praticiens qui ont essayé le médicament en question, il resterait toujours suffisamment établi qu'il a guéri des maladies tout aussi graves et, autant qu'on peut croire, aussi incurables que le vrai cancer; 3° que, d'après la famille à laquelle le *cundurango* appartient, et jugeant par analogie, il y a

(1) S'il était vrai que les trois animaux eussent des habitudes qu'on leur a attribuées, il faudrait confesser que l'instinct les avait assez bien guidés en leur faisant rechercher les contre-poisons dans des plantes certainement douées de propriétés très-énergiques.

tout lieu de croire que cette plante possède des propriétés antisyphilitiques et dépuratives, comme plusieurs autres asclépiadées, par exemple les *calotropis*, les *scammonées*, les *tylophora*.

Les membres du gouvernement de l'Équateur, dans le zèle qu'ils ont mis à propager cette découverte, n'ont été évidemment inspirés que par un mouvement généreux et désintéressé; mais, comme plusieurs d'entre eux étaient complétement étrangers à l'art médical, il est bien permis de croire qu'ils ont pu se tromper quant au diagnostic difficile et délicat du cancer, tandis que, même pour les plus compétents, il faut faire la part à l'enthousiasme qu'excite naturellement l'annonce d'une grande et utile découverte.

Ce qui viendrait à l'appui de cette supposition, c'est que le *cundurango*, en Europe, n'a donné, jusqu'à présent, que des résultats négatifs dans les cas de cancers bien caractérisés (1). Mais pour que ces résultats pussent être considérés comme ôtant toute valeur à ceux qu'on a obtenus en Amérique dans des expériences dirigées par des médecins éclairés, il faudrait être certain que, dans les deux pays, les expériences ont été faites dans les mêmes conditions. Est-on en mesure d'affirmer que la plante, en se desséchant, ne perd pas beaucoup de son activité? Le mode d'administration a-t-il été le même en Europe qu'en Amérique? Enfin ne serait-il pas possible que, dans les envois de cundurango, on eût confondu diverses espèces de gonolobées (2)?

Par des circonstances particulières, je crois être arrivé à déterminer botaniquement le *cundurango*. Il y a quelque temps, on soumit à mon examen, sous le nom de *cundurango*, les échantillons en tiges, feuilles et fruits, d'une plante de la Nouvelle-Grenade, que je reconnus facilement pour une de celles que j'avais récoltées moi-même dans la région chaude du Magdalena. C'est une espèce du genre *macroscepis*, des asclépiadées que M. Decaisne, savant monographe de cette famille, a reconnue comme nouvelle, et à laquelle il a bien voulu donner mon nom (3).

En même temps, j'ai consulté la description botanique assez détaillée du *cundurango* de l'Équateur, faite sur les lieux et d'après nature, par M. Fuentes, pharmacien, qui en a fait l'étude botanique et chimique. D'après les caractères qu'il lui attribue, la plante appartient, comme le *macroscepis*, au groupe des gonolobées, des asclépiadées. Le *cundurango* a, évidemment, des affinités intimes avec ce *macroscepis*, mais ne peut pas être rapporté à ce genre à cause de sa corolle, que M. Fuentes décrit comme étant rotacée. Ce même caractère éloigne le *cundurango* des *fischeria*, un des genres alliés au groupe des gonolobées. A l'Équateur, on a cru que le *cundurango* pouvait être un *oxypetalum*; mais les oxypétales ont des fruits lisses, des styles bifides, des pétales linéaires, caractères tout à faits distincts de ceux du *cundurango*. Il ne reste donc, de tous les genres alliés au groupe de gonolobées, que le genre *gonolobus* lui-même, auquel puisse être rapporté le *cundurango*. Quant à moi, toute hésitation à ce sujet a disparu, ayant pu examiner, dans les bureaux du consulat de l'Équateur, les fruits et feuilles du *cundurango*; les premiers sont des follicules à côtes longitudinales, et

(1) On devra remarquer toutefois que des résultats négatifs perdent beaucoup de leur importance quand un nouveau médicament n'est essayé, comme c'est trop fréquemment le cas, que sur des malades dont la fin est évidemment inévitable et très-prochaine.

(2) Pour croire à la possibilité d'une confusion de ce genre, il suffira de se rappeler ce qui est arrivé avec les quinquinas. Dans l'origine, les botanistes eux-mêmes confondaient, sous le nom de *cinchona*, des plantes qui font partie maintenant de plusieurs autres genres. Il a fallu plus d'un siècle pour débarrasser la science des erreurs qui auraient pu compromettre le succès de ce précieux médicament, et qui, en tout cas, l'ont singulièrement retardé. J'espère que la publication que je viens de faire d'importants documents inédits sur les quinquinas contribuera à éclaircir les questions si longtemps en litige.

(3) *Macroscepis trianæ*, Decaisne. — Ramis cortice suberoso, ramulis annotinis foliisque junioribus hirsutissimis, foliis cordatis ovatis, acuminatis, breviter petiolatis, floribus congestis, pedunculis brevibus bracteatis, foliolis calicinis tenuibus ovato-lanceolatis, pilosis, corolla campanulata, tubo glabro lobis ovato-rotundis, extrorsum puberulis supra papillosis, gynostegio brevi, foliolis coronæ rotundatis compressis subinvolutis, facie ventrali costulata, stigmate pentagono depresso, antheris membrana destitutis, pollinis massis cuneatis compressis, folliculis carnosculis ovato-oblongis, apices attenuatis, 7-alatis glabris, seminibus compressis, margine denticulatis.

les dernières sont cordées et profondément échancrées à la base, comme dans la généralité des espèces du *gonolobus*. Le *cundurango* est donc une espèce de *gonolobus* qui, d'après ses caractères botaniques, doit être nouvelle, et que nous appellerons *gonolobus cundurango* (1). Plusieurs autres espèces de *gonolobus* ou de gonolobées de la zone tropicale américaine doivent posséder des propriétés analogues; mais, avant que leur valeur thérapeutique respective soit constatée, on devra éviter de les confondre.

SUR LA CONSERVATION DES VINS PAR LE CHAUFFAGE.

Dans notre livraison 365e, numéro de mai 1872, nous avons publié une note de M. Vergnette-Lamotte, lue à l'Académie, qui a donné lieu à une réponse immédiate de M. Pasteur. Dans la séance suivante, une réplique de M. Vergnette-Lamotte a donné lieu à une nouvelle réponse de M. Pasteur et à l'intervention de M. P. Thenard. Puis le calme s'est fait.

Mais une nouvelle discussion a lieu en ce moment, de huitaine en huitaine, par correspondance, depuis le 20 juin dernier, dans le *Journal d'agriculture pratique*. Une note de M. Heuzé est l'origine du réveil de la polémique qui prend en ce moment des proportions assez vastes. — Malgré l'étendue des répliques et des contre-répliques, nous allons publier cette correspondance entre les deux académiciens. Il y a d'ailleurs un fond d'utilité dans ce qu'écrivent ces messieurs, et la question du chauffage des vins est assez importante pour y consacrer un certain nombre de pages. Dr Q.

QUELS SONT LES RÉSULTATS DES NOMBREUX ESSAIS TENTÉS POUR ASSURER PAR LE CHAUFFAGE MODÉRÉ LA CONSERVATION DES VINS ET EN AMÉLIORER LA QUALITÉ.

Personne ne peut nier aujourd'hui les importants services que MM. de Vergnette-Lamotte et Pasteur ont rendus à la viticulture en faisant connaître les avantages que présente l'application de la chaleur à la conservation des vins.

Mais quels vins doit-on traiter? Le chauffage peut-il être appliqué aux grands vins? Cette opération est-elle appliquée dans le bas Languedoc, où les vins communs sont généralement mal faits et mal soignés?

Il est incontestable, ainsi que l'a démontré M. de Vergnette-Lamotte, que le chauffage en vases clos peut être utile aux grands vins; mais jusqu'à ce jour les vins de qualité supérieure n'ont été traités par la chaleur que très-exceptionnellement. A Bordeaux, comme ailleurs, on préfère les conserver à l'état naturel, les soigner et les laisser vieillir, soit en fûts, soit dans des bouteilles. Pour les négociants comme pour les producteurs, le chauffage n'est utile que lorsque les grands vins sont susceptibles de s'altérer, car il n'est pas encore bien démontré que les grands vins non malades conservent, après avoir été chauffés, toutes les qualités qui les distinguent et les font apprécier comme les meilleurs vins qu'on récolte en Europe.

Le chauffage des vins communs mal faits ou susceptibles de s'altérer est une opération utile. Bien conduite, elle prévient leur altération et permet de les livrer à la consommation. Il existe aujourd'hui des appareils perfectionnés à l'aide desquels on peut opérer rapidement et bien.

L'automne dernier a été très-pluvieux et peu favorable à la maturation, et surtout à la qualité des raisins. Dans le bas Languedoc, où les vignes sont basses, où les sarments sont très-rapprochés de la surface du sol, on a récolté un grand nombre de grappes terreuses. Ces raisins ont fourni des vins communs de valeur secondaire, dont une notable quantité s'est altérée. Les viticulteurs, les négociants et les savants que Montpellier compte dans ses murs se sont vivement préoccupés de ce défaut de conservation. On a soutiré, collé, méché,

---

(1) *G. cundurango*, ramulis sulcatis, petiolis pedunculisque pube gricea indutis, foliis longiuscule petiolatis cordatis sinu lato cuspidatis supra puberulis, subtus cinereo tomentosis mollibus a basi 5-nerviis folliculis ovato-oblongis ventricosis 4-alatis glabris.

filtré et viné, mais les résultats n'ont pas toujours été satisfaisants. Quelques négociants de Béziers, Cette, etc., ont eu recours au chauffage; mais ce procédé n'a pas été appliqué à un très-grand nombre d'hectolitres de vin. Ce fait n'a rien d'extraordinaire. Le chauffage n'améliore pas les vins troubles, et il n'empêche pas les vins fabriqués avec des raisins terreux de fermenter et de s'altérer. En outre, cette année surtout, les producteurs comme les négociants, n'ayant aucun intérêt à conserver des vins qui étaient susceptibles de s'altérer, ont préféré les filtrer, les muter, les alcooliser que de les chauffer; ces opérations bien faites ont permis de livrer promptement ces vins à la consommation.

Donc, sans révoquer en doute les avantages incontestables que présente le chauffage, je suis forcé de constater que ce procédé a été très-peu appliqué dans la région méditerranéenne depuis les dernières vendanges.

Le chauffage des vins n'est réellement utile pour le producteur comme pour le négociant que quand on veut prolonger la durée des vins susceptibles de se modifier défavorablement ou lorsqu'on doit les expédier au loin soit par terre, soit par mer. Je persiste à penser, en m'appuyant sur les faits dont j'ai été témoin, que très-peu de viticulteurs ayant des vins pouvant se conserver sans aucune altération, s'imposeront l'obligation de les chauffer, surtout quand ces vins seront d'une vente facile. Il ne faut pas oublier qu'il a été bien reconnu que les vins communs traités par la chaleur deviennent presque toujours plus secs et moins agréables. En présence de ce fait indiscutable, il est nécessaire de n'opérer le chauffage d'un vin logé dans des barriques ou en foudre, que lorsque cette opération est réellement indispensable.

En résumé, le chauffage des vins est une opération qui est appelée dans des cas déterminés à rendre de grands services à l'œnologie, et il faut savoir gré à MM. de Vergnette-Lamotte et Pasteur de l'avoir fait connaître à la viticulture et au commerce des vins.

Gustave Heuzé,
Membre de la Société centrale d'agriculture de France.

A Monsieur le Directeur du Journal d'agriculture pratique.

Paris, le 14 juin 1872.

Monsieur le Directeur,

Dans un article de M. Gustave Heuzé, publié dans le dernier numéro du *Journal d'agriculture pratique,* je trouve ce passage : « Il est incontestable, ainsi que l'a démontré M. de Ver« gnette-Lamotte, que le chauffage en vases clos peut être utile aux grands vins. » Permettez-moi de faire observer aux lecteurs de votre journal que ce résultat est dû à mes recherches, et non à celles de M. de Vergnette. Pour s'en convaincre, il suffit de lire attentivement les discussions qui ont eu lieu récemment devant l'Académie des sciences et surtout la note si précise de M. Balard, du 26 février dernier.

M. Heuzé ne traitait pas une question de priorité, et ce fait a pu lui échapper; mais il importe que, dans les questions scientifiques, le jugement de l'opinion publique ne s'égare pas sur les véritables auteurs du progrès.

Veuillez agréer, etc.

L. Pasteur,
Membre de l'Institut.

A Monsieur le Rédacteur en chef du Journal d'agriculture pratique.

Beaune, le 21 juin 1872.

Monsieur le Rédacteur,

L'opinion publique est depuis longtemps fixée sur les prétentions de M. Pasteur, et votre honorable collaborateur M. Heuzé, avec la compétence que tout le monde lui reconnaît, a dit, dans votre journal du 13, la part qui me revient dans la question du chauffage des vins. Dans ce même numéro, M. Heuzé nous apprend aussi ce qu'on doit attendre du chauffage *en fûts* pour les grands vins de Bordeaux, et son appréciation vient à l'appui de tout ce que j'ai écrit sur l'application du chauffage à nos grands vins de Bourgogne.

Mais M. Pasteur prétend, dans la lettre qu'il vous a adressée le 20 de ce mois, que « le « chauffage en vases clos est dû à ses recherches. »

Le savant académicien aurait-il oublié qu'il a pu lire dans un mémoire publié quinze ans avant la date de son brevet, la phrase suivante :

« En 1840, des vins de cette récolte avaient été mis en bouteilles au décuvage. Après avoir « été bouchées et ficelées, et exposées au bain-marie à une température de 70 degrés centi- « grades, elles furent descendues à la cave et oubliées. En 1846 (alors que la plupart des vins « de 1840 avaient subi une maladie à laquelle plusieurs succombèrent), quelques bouteilles « de ce vin se trouvèrent sous ma main avec leur étiquette, et je constatai avec une remar- « quable satisfaction qu'il était dans le meilleur état de conservation. »

M. Pasteur peut interpréter comme il l'entendra les termes de ce mémoire de 1850 (et il l'a toujours fait en homme qui ne sait pas ou ne veut pas savoir ce que c'est qu'un vin); mais, quoi qu'il fasse, quoi qu'il dise, personne ne lui accordera d'avoir rien dit de plus qu'Appert et moi dans la question du chauffage des vins.

Veuillez agréer, etc. A. DE VERGNETTE-LAMOTTE.

M. L. Bordet nous adresse, de son côté, à propos de la même question, la lettre suivante :

Froidvent, par Recey-sur-Ource (Côte-d'Or), le 23 juin 1872.

Monsieur,

Dans la chronique agricole du *Journal d'agriculture pratique* du 20 de ce mois, vous avez inséré une réclamation de M. Pasteur, relative au chauffage des vins.

Permettez-moi de vous dire que, dans un ouvrage publié par M. Appert en 1842, et intitulé *le Conservateur*, on trouve, pages 105 à 108, le résultat d'expériences faites par l'auteur sur le chauffage des vins, pour les améliorer, les conserver, et notamment pour permettre aux vins de Bourgogne de supporter les voyages d'outre-mer.

Veuillez agréer, etc. LOUIS BORDET.

A Monsieur le Directeur du JOURNAL D'AGRICULTUE PRATIQUE.

Paris, 28 juin 1872.

Monsieur le Rédacteur,

Permettez-moi de répondre en quelques lignes à la lettre de M. de Vergnette-Lamotte, insérée dans votre dernier numéro.

Pour soutenir ses prétentions, M. de Vergnette cite une phrase de son mémoire de 1850, et il demande si je l'ai oubliée. Non, du tout, je ne l'ai pas oubliée ; je la connais si bien que, sans même recourir au mémoire orignінal, je puis assurer que M. de Vergnette en a fait une citation tronquée. Il omet la moitié de la phrase qu'il cite, ce qui en dénature le sens, surtout si l'on rapproche cette phrase des deux suivantes dans le même travail, et où M. de Vergnette déclare, chose inouïe, qu'il n'y a que les vins robustes capables de se conserver naturellement, que le chauffage n'altère pas. *Tous les autres*, dit textuellement M. de Vergnette, *ne résistent pas à cette épreuve*. Contrairement à cette assertion si catégorique, M. de Vergnette prétend que, par la chaleur, il a conservé des vins altérables quinze années avant moi.

Mais, a-t-il donc oublié qu'en 1864, dans une lettre que j'ai rendue publique, il m'écrivait : « Que je donnerais des millions à la France, si je parvenais à trouver un procédé capable de « prévenir l'amertume des grands vins de Bourgogne? » A-t-il donc oublié également que le mémoire dont il cite aujourd'hui une phrase tronquée se termine par cette déclaration : « Pour nous, il n'est qu'une manière rationnelle d'améliorer les vins qui doivent faire de « longs voyages, c'est de les concentrer par la congélation? »

Veuillez agréer, etc. L. PASTEUR,
Membre de l'Institut.

Monsieur le Directeur,

Si, dans la question du chauffage des vins, les revendications de priorité n'ont aucun intérêt pour vos lecteurs, il n'en est pas de même des résultats que donne cette opération. Vous me permettrez donc, Monsieur, de ne pas suivre M. Pasteur dans la polémique qu'il

soutient contre moi depuis six ans, et de vous parler seulement de mes observations sur le chauffage.

D'ailleurs M. Pasteur ne peut avoir oublié qu'il eut, en 1865, la pensée d'exploiter son brevet, en s'associant avec moi, comme il me le donnait à entendre dans sa lettre du 13 juillet. On comprend que je laissai cette lettre sans réponse. M. Pasteur reconnaissait donc alors que la découverte du chauffage des vins ne lui appartenait pas, puisqu'il parlait d'en partager l'honneur. En définitive, je souhaite que M. Pasteur n'oblige jamais M. Thenard et moi à sortir de la réserve que nous nous sommes imposée devant l'Académie dans ces regrettables débats.

Laissons donc là M. Pasteur, ses citations incomplètes, ses interprétations erronées, et parlons de choses qui peuvent intéresser vos lecteurs.

Les grands crus de la Bourgogne donnent, suivant les années, trois sortes de vins : 1° des vins riches en alcool de 12 à 14 pour 100 contenant peu d'acides libres; ce sont là par excellence les grands vins de la Côte-d'Or; 2° des vins dont la richesse alcoolique atteint à peine 11 pour 100, et dont la finesse et le peu d'acidité feraient des vins remarquables s'ils pouvaient avoir plus de corps; 3° enfin, dans les années froides et pluvieuses, nous récoltons des vins peu alcooliques; ils sont en outre acides, verts et ne peuvent jamais être acceptés comme grands vins par les consommateurs.

On a cherché par divers moyens à améliorer les vins de la deuxième catégorie : le sucrage et le vinage ont été souvent employés; ennemi de toute introduction de substances étrangères dans les vins, j'ai recommandé la congélation. Cette opération a donné les meilleurs résultats : les vins de 1847, 1848, 1849 (vins de la deuxième catégorie) qui ont été gelés dans les conditions que j'indiquais dans mon mémoire, ont été pour le commerce de remarquables vins d'exportation. *Le chauffage ne les eût en rien améliorés et sortis de la médiocrité* que leur avait faite les saisons. J'ai donc dû dire (et je maintiens l'exactitude pleine et entière de ma phrase) : pour nous il n'est qu'une manière d'*améliorer* les vins, c'est de les concentrer par la congélation.

Après avoir, comme je l'ai dit dans ma dernière lettre, reconnu en 1846 que le chauffage en vase clos conservait les vins, je suivis de 1846 à 1850 de nombreuses expériences sur les effets qu'avait le chauffage sur la qualité des vins. Et là je reconnus que cette opération ne réussissait pas également bien pour tous les vins, en ce sens que souvent elle les desséchait et altérait leur bouquet. C'était avec des vins naturels et bien faits qu'on obtenait les meilleurs résultats. Ces études sur les effets du chauffage me permirent de donner au commerce des indications précises sur le choix des vins qu'il destinait à l'exportation.

Si l'on m'eût fait l'honneur de me consulter sur la nature des vins qu'on devait envoyer au Gabon, il est certain que j'aurais conseillé les essais préalables que l'on faisait déjà il y a vingt-deux ans en Bourgogne, et la marine n'eût pas perdu une partie de ses produits; car il est très-remarquable que certains vins envoyés au Gabon (*les vins fabriqués*) en sont revenus avec un goût *pharmaceutique* qui les rendait impotables, et ce sont précisément les vins naturels et de *qualité*, comme je le disais en 1850, qui ont le mieux réussi; ce qui vient en tout point confirmer les assertions si contestées, si critiquées de ce mémoire.

En résumé, quelle était, au sujet du chauffage, la conclusion de mon mémoire de 1850? C'est que le chauffage en *vases clos*, à une température peu élevée, m'avait donné de bons résultats, et j'en conseillais l'emploi surtout pour les vins blancs.

J'ai toujours été, et je suis encore moins affirmatif, lorsqu'il s'agit du chauffage en fûts des grands vins. Dans cette opération, ils perdent un peu d'alcool et quelquefois le goût est altéré. Voilà d'ailleurs six ans que cette question du chauffage est à l'ordre du jour, et j'ai l'immense satisfaction de voir qu'à Bordeaux, comme en Bourgogne, ce sont mes appréciations qui sont confirmées par les enseignements de l'expérience.

Veuillez agréer, etc. A. DE VERGNETTE-LAMOTTE.

(*Journal d'agriculture pratique du 11 juillet.*)

Monsieur le Directeur,

Permettez-moi quelques mots de réponse à la dernière lettre que vous avez reçue de M. de Vergnette, lettre fort singulière assurément.

De quoi s'agit-il?

Je rectifie un passage d'un article d'un de vos rédacteurs, M. Gustaze Heuzé. M. de Vergnette vous envoie des observations critiques, dans lesquelles il traite la question de priorité d'invention de la méthode du chauffage, en s'appuyant sur une phrase qu'il a publiée en 1850. Je lui réplique aussitôt que cette phrase est tronquée et qu'il en a, par suite, dénaturé le sens; je lui rappelle qu'il est faux qu'il ait jamais conservé des vins altérables par le chauffage, puisqu'il a déclaré formellement, en 1850, que « tous les vins d'une santé dou-« teuse sont altérés par la chaleur. » Je lui rappelle encore que, s'il avait trouvé, en 1850, le procédé de conserver les vins par le chauffage, il ne m'aurait pas écrit, en 1864, une longue lettre pour m'encourager à chercher un moyen de conservation, me disant que je donnerais des millions à la France, si je réussissais.

Au lieu de me répondre sur tous ces points, comme c'était son devoir, M. de Vergnette vous dit, en tournant bride tout à coup : « Je ne veux pas suivre M. Pasteur dans sa polé-« mique; les revendications de priorité n'ont aucun intérêt pour nos lecteurs. » Je ne suis pas de cet avis. Les questions de priorité intéressent la moralité publique, parce qu'elles traitent de la propriété scientifique, plus respectable encore que toute autre propriété, et qu'il importe extrêmement que l'opinion publique ne s'égare pas sur les véritables auteurs des progrès scientifiques et industriels.

Si M. de Vergnette ne veut pas répondre à ma lettre, c'est tout simplement que je l'ai mis au pied du mur, et qu'il est couvert de cette confusion qu'il a déjà éprouvée devant l'Académie des sciences, lorsque, s'arrêtant dans une citation qui n'avait son véritable sens que dans la phrase suivante, il a refusé obstinément de lire cette phrase.

Le procédé de conservation des vins que M. de Vergnette réclamait de mes efforts, en 1864, je l'ai découvert, et j'ai donné, en effet, à la Bourgogne notamment, des millions qu'elle n'a qu'à ramasser, si elle le désire, et dont M. le vicomte de Vergnette, propriétaire et négociant en vins, a déjà largement profité. J'ai réussi dans cette recherche au delà de tout espoir, ainsi qu'on va le voir de nouveau très-prochainement par le procès-verbal de la dégustation qui vient d'être faite dans mon laboratoire par les membres de la commission syndicale des vins de Paris, en présence de plusieurs membres de la Société centrale d'agriculture.

M. de Vergnette, qui a chauffé du vin en 1850, mais sans comprendre ce qu'il faisait, voudrait aujourd'hui partager l'honneur de la découverte avec moi, mais je lui déclare qu'il n'y parviendra pas.

Quand il a dépouillé Appert en 1850 d'une manière si audacieuse, Appert était mort et n'a pu réclamer : c'est moi qui ai revendiqué ses droits. Quant à moi, j'ai le bonheur de vivre encore, et je saurai défendre la vérité.

Je bornerais là cette lettre, Monsieur le Directeur, si je n'avais à vous signaler encore dans la communication que vous avez reçue de M. de Vergnette, un procédé de discussion vraiment inqualifiable.

Voici le passage auquel je fais allusion :

« D'ailleurs, M. Pasteur ne peut avoir oublié qu'il eut, en 1865, la pensée d'exploiter son « brevet en s'associant avec moi, comme il me le donnait à entendre dans sa lettre du « 13 juillet. On comprend que je laissai cette lettre sans réponse. M. Pasteur reconnaissait « donc alors que la découverte du chauffage ne lui appartenait pas, puisqu'il parlait d'en « partager l'honneur. En définitive, je souhaite que M. Pasteur n'oblige jamais M. Thenard « et moi à sortir de la réserve que nous nous sommes imposée devant l'Académie dans ces « regrettables débats. »

Je proteste énergiquement contre ces phrases ridiculement comminatoires, et je déclare que jamais, ni directement, ni indirectement, je n'ai eu la moindre idée d'associer M. de Vergnette à l'honneur de mes travaux, quoiqu'il m'en ait prié, par exemple, dans cette phrase de sa lettre du 10 juin 1864 :

« Ce que je sais, je le mettrai à votre disposition, et serai très-heureux si vous voulez bien me faire une petite part dans la publication de vos travaux. »

Ma lettre de juillet 1865, à laquelle M. de Vergnette fait allusion, ET DONT FORT HEUREUSEMENT J'AI GARDÉ LA MINUTE EXACTE, ne renferme quoi que ce soit qui signifie que je reconnais, en 1865, que M. de Vergnette eût la moindre part à l'honneur de la découverte du chauffage des vins. Elle dit le contraire.

Voici tout entière cette lettre :

Paris, le 11 juillet 1865.

Je n'ai reçu votre lettre qu'au retour d'un voyage dans le Midi qui a duré plus d'un mois, et dont l'objet principal était l'étude de la maladie des vers à soie. C'est le ministre de l'agriculture qui, à mon grand regret, m'a chargé de cette mission. Aujourd'hui elle me sourit davantage, parce que j'ai commencé des essais dont j'attends quelques indications utiles sur la nature de ce fléau. Mais tout cela sera bien long et bien difficile à suivre.

Je vous remercie de l'examen auquel vous vous livrez au sujet des vins chauffés que je vous ai renvoyés; j'en attendrai avec impatience le résultat. Cependant je suis déjà un peu fixé par ceux que me présentent les nombreux échantillons que j'ai éprouvés depuis quelques mois, et que je dois en partie à l'obligeance de vos compatriotes et amis. Ainsi, M. Marey-Monge a bien voulu m'envoyer du pomard de 1848, en voie d'altération. M. Boillot, maire de Volnay, m'a envoyé du volnay qu'il croit prêt à s'altérer.

SUR TOUS CES VINS, MON PROCÉDÉ FAIT MERVEILLE.

Ainsi notre n° 21 non chauffé est déjà en grande voie d'altération; le même, n° 21, chauffé, est intact, et ainsi de beaucoup d'autres. Ces résultats, dont les premiers témoins sont les personnes de ma famille, ne laissent pas que d'amener pour moi à leur suite bien des ennuis. Vous aurez remarqué, dans le *Compte-rendu* du 1er mai, que j'avais pris un brevet d'invention, dans le but principalement de suivre à mon aise l'application de ce moyen, et voilà que je suis tourmenté pour en profiter, ce qui me répugne pour toute sorte de motifs. Ma femme, qui seule compte dans le ménage, et que l'avenir de ses enfants préoccupe, me donne les meilleurs raisons en apparence pour lever mes scrupules. Je ne sais pas même si elle ne devait pas vous en écrire et prendre conseil de votre expérience, voire même, vous proposer une association!

(Suivent quelques tristes paroles sur un malheur de famille.) *Signé :* L. PASTEUR.

Voilà la lettre, noble et digne, j'ose le dire, à laquelle M. de Vergnette-Lamotte n'a pas craint de faire allusion dans les termes mensongers que j'ai rappelés tout à l'heure.

C'est de MON PROCÉDÉ que je lui parle : je n'aurais pu faire allusion à son travail de 1850 ou du 1er mai que pour en dénoncer les erreurs; car M. de Vergnette n'a publié avant moi que des erreurs dans la question du chauffage des vins : ce qu'il a dit d'exact depuis il l'a pris dans mes publications, sans me nommer jamais ou seulement dans les cas où il n'a pu agir autrement. J'en ai mille exemples. JE LE METS AU DÉFI DE CITER UN SEUL FAIT VRAI SUR CE SUJET QU'IL N'AIT PAS PRIS TOUT ENTIER DANS MES TRAVAUX OU DANS LA NOTE D'APPERT.

Je lui laisse toute la responsabilité de ses procédés de discussion, et je suis heureux qu'il déclare aujourd'hui mettre de côté la question de priorité de l'invention de la méthode du chauffage, la seule que j'aie jamais voulu traiter avec lui, parce que je suis bien décidé à ne pas me laisser dépouiller par lui comme il a dépouillé Appert en 1850.

L. PASTEUR,
Membre de l'Académie des sciences et de la Société centrale d'agriculture.

(*Journal d'agriculture pratique* du 18 juillet.)

Monsieur le Rédacteur,

Il me sera facile de répondre à la dernière communication de M. Pasteur, et ma cause est trop bonne pour que j'appelle à sa défense les violences et les subtilités de langage qui sont dans les habitudes de mon irascible adversaire. Et, cependant, si j'apporte dans la discussion la modération dont j'ai fait preuve devant l'Académie, M. Pasteur en conclut qu'il m'a, suivant son expression, mis au pied du mur, et si je refuse de fatiguer le lecteur de ces querelles de priorité, si stériles pour la science, je suis aussitôt accusé de reculer devant le débat.

Revenons donc, puisqu'il le faut, sur cette question de priorité : et d'abord, M. Pasteur prétend que la phrase que j'ai citée dans ma dernière lettre est tronquée; je regrette d'avoir à dire à l'éminent académicien que son assertion est mensongère au premier chef. Ma phrase

gêne sa réplique, il la nie; et pour le lecteur qui ne lit pas les textes originaux, la cause est gagnée.

La logique de mon adversaire pèche souvent par la base : ainsi, dans la même phrase, il m'accuse d'avoir, en 1850, voulu dépouiller Appert de sa découverte et me refuse en même temps d'avoir dit que le chauffage conservait les vins. Si je n'ai pas chauffé de vins, je n'ai en rien disputé à Appert son invention, et si j'ai voulu enlever à Appert le mérite de ses travaux, c'est que j'ai chauffé des vins.

L'une des deux imputations est donc encore, pour parler le langage de M. Pasteur, des plus mensongères (1). Qu'il choisisse entre ces deux allégations; j'attends sa réponse.

Enfin M. Pasteur, qui prétend avoir revendiqué les droits d'Appert, n'a pas craint de dire ceci devant l'Académie, le 24 février dernier : « On voit donc comment MM. Fremy, Thenard « et de Vergnette-Lamotte, qui répètent que la découverte est due à Appert, sont loin de la « vérité. »

D'ailleurs j'avais, moi, nommé Appert dans mon mémoire. L'accusation de M. Pasteur est donc gratuite, et j'ai le droit et le devoir de la lui retourner, puisqu'il a pris un brevet d'invention pour l'exploitation de la découverte de cet homme de génie.

La grande phrase des millions que donnerait à la viticulture l'inventeur d'un procédé applicable à tous les vins revient invariablement dans toutes les communications de M. Pasteur. Eh bien! je dirai encore aujourd'hui que si la question est résolue pour les vins en bouteilles, comme je l'affirmais déjà en 1850 (2), je fais toujours mes réserves lorsqu'il s'agit des grands vins qui doivent être exportés en *fûts*. Qu'on ouvre, comme je l'ai demandé, une enquête dans la Bourgogne, dans le Bordelais, dans le Midi, et l'on verra quelles déceptions ont souvent suivi le chauffage en *fûts* des vins d'une santé douteuse, et qui de nous est dans le vrai de M. Pasteur ou de moi. J'ai donc dû dire que le chauffage en *fûts* ne réussissait pas pour tous les vins, surtout avec les vins fins et lorsqu'il s'agit des vins d'exportation. Je maintiens encore aujourd'hui cette appréciation. Je reconnais toutefois que les nouveaux appareils que l'on a destinés au chauffage des vins ont rendu l'opération plus facile et ont concouru à son succès.

M. Pasteur convient qu'il a prononcé le mot d'association, et l'on comprend qu'il ait eu cette pensée; car il savait bien que s'il n'avait rien à craindre des héritiers d'Appert, je m'opposerais très-énergiquement à l'exploitation de son brevet.

Je laissai, je le répète, sans réponse les propositions de M. Pasteur; malgré cela, trois mois plus tard (six mois après la prise de son brevet), M. Pasteur est venu me trouver à Pomard et me les renouveler, et ce n'est qu'après mon refus d'avoir avec lui le moindre rapport que ses attaques ont commencé. En mettant, en 1864, ce que je savais à la disposition de M. Pasteur, j'avais, ce me semble, bien le droit de lui demander d'être nommé dans ses publications, et je m'étonne que son sens moral ne l'ait pas compris. Il m'avait d'ailleurs, dès le 7 mai 1864, écrit les lignes suivantes : « Je ne vous cacherai pas que j'ai pour ainsi dire « commencé le voyage de Dijon à Meursault aux vacances dernières dans l'intention d'aller « vous demander divers renseignements et de profiter des conseils de votre longue expé- « rience. Aujourd'hui vous voulez bien me les offrir; je vous en suis doublement reconnais- « sant, et je serai heureux d'unir mes efforts aux vôtres. »

En 1865, M. Pasteur savait si peu ce qu'était le chauffage des vins que pour lui la chaleur

---

(1) Voilà longtemps que, dans sa polémique, M. Pasteur se permet à mon endroit des attaques inqualifiables. Le public s'étonne (et il a raison) que je n'en aie point encore fini avec cet adversaire. Je tiens donc à ce que vos lecteurs sachent bien que le prudent académicien abrite ses injures derrière l'état de sa santé.

(2) Je regardais si bien le problème comme résolu pour les vins en bouteilles, que je finissais mon mémoire de 1850 par cette phrase : « Nous ne terminerons pas cette notice sans conseiller aussi pour les vins qui doi- « vent être expédiés en bouteilles un essai dont la réussite a été complète pour les vins blancs. On soumet « les bouteilles bouchées et ficelées à la chaleur d'un bain-marie, en ayant soin d'éteindre le feu dès que la « température s'élève à 70° centigrades. Quand cette eau est descendue au degré de la température ambiante, « on les en retire, on les goudronne. J'ai soumis à mes essais de grands vins blancs de Bourgogne qui, « après avoir subi ce traitement, avaient fait deux fois le trajet des Antilles sans avoir subi la moindre alté- « ration. »

tuait les ferments et empêchait les dépôts. Si à cette époque j'affirmais le contraire, c'est que j'avais dans mes caves des vins chauffés depuis longtemps, tandis que M. Pasteur, pour qui la question était toute nouvelle, comme il le prouve par sa lettre du 11 juillet, pensait que ses vins ne feraient jamais de dépôts.

J'aurais encore bien d'autres erreurs à relever dans le peu de lignes que M. Pasteur a publiées sur le chauffage. Ainsi il a sérieusement proposé de chauffer les vins en fûts en plongeant le fût dans un bain-marie. Lorsque M. Pasteur refusait d'admettre avec moi qu'on ne devait pas laisser debout les bouteilles de vin chauffé, il ignorait sans doute, ce que lui aurait appris le plus novice cavier de Bercy, que souvent le bouchon qui n'est pas mouillé par le vin se dessèche, et qu'alors l'air (avec ses *germes, pour ceux qui y croient*), pénétrant dans la bouteille, contribue à l'altération du vin.

Aussi je mets au défi M. Pasteur de citer en dehors de sa théorie, dont je lui laisse toute la responsabilité, un seul fait vrai sur ce sujet qu'il n'ait pas pris dans les travaux d'Appert ou dans les miens. C'est ce qui expliquera au lecteur pourquoi M. Pasteur se refuse toujours à accepter le débat sur le terrain scientifique et pratique de la question.

Je n'ai point la prétention de voir M. Pasteur cesser de sitôt cette polémique. Mais qu'il soit assuré que je serai toujours prêt à lui répondre et de telle façon qu'il ne pourra revenir sur un sujet que j'aurai traité.

En résumé, je conteste à M. Pasteur la découverte de la conservation des vins par le chauffage; l'invention appartient à Appert, et quinze ans avant M. Pasteur j'ai étudié, discuté et modifié le procédé d'Appert. Les prétentions de M. Pasteur ne sauraient donc être admises, et je le mets au défi de soutenir devant aucun tribunal que personne avant lui n'a conservé des vins par le chauffage. Et en définitive je suis bien décidé à ne pas me laisser dépouiller par M. Pasteur comme il a dépouillé Appert en 1865 en prenant un brevet pour exploiter sa découverte.

A. DE VERGNETTE-LAMOTTE,
Correspondant de l'Institut et de la Société centrale d'agriculture.

(*Journal d'agriculture pratique* du 25 juillet.)

RÉPONSE DE M. PASTEUR A M. DE VERGNETTE-LAMOTTE.

Ma visite à Pomard, le 15 septembre 1865, dont parle M. de Vergnette, avait eu pour objet la constatation de l'état des vins chauffés que je lui avais renvoyés avec cette mention : CES VINS NE S'ALTÉRERONT JAMAIS ; car il est la première personne que j'aie mise dans la confidence du succès de mes travaux. La réponse de M. de Vergnette à mon arrivée à Pomard a été celle-ci : CES VINS SONT DANS LA CAVE DE MA MÈRE ; JE N'EN AI PAS LA CLEF. JE LE REGRETTE BIEN.

L'histoire des propositions faites ou renouvelées dans le cours de cette visite est absolument apocryphe.

M. de Vergnette parle de rupture à propos de cette visite. Ses souvenirs le trompent. Son hospitalité a été très-gracieuse ; ma visite s'est terminée par une invitation très-obligeante à dîner et à passer la nuit dans son château de Meursault, ce que je n'ai pu accepter.

La rupture date d'une lettre de M. de Vergnette du 18 novembre 1865, provoquée par la publication de ma lettre du 11 octobre, insérée au *Moniteur vinicole* un mois auparavant, dans laquelle j'exposais les observations de M. de Vergnette avec une extrême courtoisie, tout en les appréciant avec vérité. Le lecteur trouvera cette lettre reproduite dans mes *Études sur le vin*, page 218. Le ressentiment de M. de Vergnette me causa d'autant plus de surprise qu'à cette époque je lui attribuais encore tout ce qu'avait fait Appert, trompé que j'avais été par cette phrase de son travail de 1850 : « Souvent obligé, dans le moment de la récolte, de conserver des moûts par la méthode d'Appert, j'ai AUSSI appliqué ce procédé à des vins de différente qualité. » Ce n'est que le 4 décembre 1865 que je rectifiai cette erreur devant l'Académie.

Le respect seul de la vérité me fait faire cette déclaration au sujet de ma visite à Pomard ; car je ne vois pas en quoi une proposition d'association aurait affirmé que M. de Vergnette

avait une part dans la démonstration expérimentale de l'efficacité de la méthode du chauffage. Si je venais à proposer une association à l'un des grands industriels qui exploitent mon procédé de fabrication du vinaigre ou mon procédé de confection de la graine de vers à soie, cela signifierait-il que je leur reconnais une part dans dans la découverte de ces procédés?

En présence du caractère donné à cette discussion par M. de Vergnette, je renonce à le suivre sur un terrain où il n'apporte plus que de la passion, réservant mon temps et mes forces à des soins plus profitables à la science, et, s'il plaît à Dieu, à l'honneur de mon pays.

Les inventions heureuses sont ordinairement suivies de revendications plus ou moins vaines, dont le bon sens public finit toujours par faire justice.

Dans la question présente, c'est déjà fait.

En France, le jury de l'Exposition universelle de 1867 a décerné un de ses grands prix à mes études sur le chauffage des vins; à l'étranger, le chauffage porte le nom de *pasteurisation* et les appareils pour l'appliquer *appareils à pasteuriser les vins.*

Je laisserai donc le temps achever son œuvre et mettre chacun à sa place; mais, si cela devenait nécessaire, je demanderais aux sections réunies de chimie et d'agriculture de l'Académie de se faire juges du débat. J'attendrais leur sentence avec confiance, et je la recevrais avec respect.

L. PASTEUR,
Membre de l'Institut.

(*Journal d'agriculture pratique* du 1er août.)

Monsieur le Directeur,

Un seul mot de réponse à la dernière lettre de M. Pasteur. Le récit fantaisiste qu'il donne de la visite qu'il m'a faite à Pomard, à la fin du mois de septembre 1865, est entièrement erroné. M. Pasteur voudrait donner à entendre qu'à dater de juin 1865, j'ai conservé des relations bienveillantes avec lui; sa mémoire le trompe; ses lettres, ses propositions sont toujours restées sans réponse; je maintiens donc ce que j'ai dit à ce sujet dans ma dernière communication.

Toutes les lettres, toutes les démarches de M. Pasteur avaient, on l'a vu, pour but de faire appel à *ma longue expérience.* Ainsi encore, lorsque l'Académie m'eut fait l'honneur de me nommer son correspondant, il demanda à M. Thenard, qui avait été nommé rapporteur de ma candidature, de lui confier ceux de mes travaux qu'il avait entre les mains. Je me prêtai très-volontiers à ce désir, et tous mes travaux furent remis à M. Pasteur. Dans le carton qui les contenait se trouvaient mes notes sur la conservation des vins par le chauffage, et cela se passait au mois de février 1865, trois mois avant la prise du brevet de M. Pasteur.

Je m'étonne, en vérité, que mon éminent adversaire me reproche d'avoir amené la discussion sur un terrain où je n'apporte que de la passion. Je n'ai cessé de demander (vos lecteurs me rendront cette justice) que ces débats conservassent leur caractère scientifique. M. Pasteur s'y est constamment refusé, et c'est lui qui a toujours tenu à *pasteuriser* cette polémique.

En définitive, cette question de priorité que soulève depuis si longtemps M. Pasteur se résume en une question de droit. M. Pasteur a pris un brevet pour la découverte de la conservation des vins par le chauffage. Malgré ce brevet, je chauffe des vins. Il est du devoir de M. Pasteur de m'attaquer devant les tribunaux; s'il ne le fait pas, c'est qu'il reconnaît que son brevet est sans valeur, et qu'avant lui j'ai appliqué la chaleur à la conservation des vins.

Agréez, Monsieur le Directeur, etc. A. DE VERGNETTE-LAMOTTE,
Correspondant de l'Institut et de la Société centrale d'agriculture.

La lettre qui précède clôt la discussion engagée dans nos colonnes depuis près de deux mois. Toutes les pièces du débat sont maintenant connues. Que le lecteur juge.

(NOTE DE LA RÉDACTION.)

(*Journal d'agriculture pratique* du 8 août.)

ACADÉMIE DES SCIENCES.

Séance du 8 juillet. — L'élection de M. Sédillot est approuvée par le Président de la République.

M. Sédillot, retenu par l'état de sa santé, ne peut assister aujourd'hui à la séance, comme il y est invité par le Président de l'Académie.

— M. Delaunay fait remarquer que M. Laugier faisait partie du Bureau des longitudes comme *astronome*, et non pas comme *membre appartenant à l'Académie des sciences.* Le ministre de l'instruction publique a donc fait erreur, dans sa dernière lettre.

— Sur l'influence de la pression dans les phénomènes d'endosmose et d'exosmose; par M. Becquerel. — Les phénomènes d'endosmose, d'exosmose, de diffusion et de dialyse sont dus à diverses causes qui ont été le sujet de recherches importantes de la part de Dutrochet, de Graham, de M. Liebig, et d'autres physiciens et chimistes qui ont déterminé la part contributive de chacune d'elles dans la production des effets observés ; mais ils n'ont pas pris en considération toutes les conditions qui interviennent dans cette production, et notamment la pression qui exerce son action aussitôt que l'endosmose a élevé le niveau de l'un des liquides au-dessus de celui de l'autre, d'où résulte une filtration au travers de la cloison séparatrice du liquide le plus pressé vers celui qui l'est moins, et dont les effets paraissent soumis à des lois simples.

— Sur quelques effets des actions lentes, produits pendant un certain nombre d'années; par le même.

« J'ai déjà appelé l'attention de l'Académie sur les effets qui font l'objet de ce mémoire ; mais j'ai cru devoir reprendre cette question pour lui donner plus de développement et montrer ensuite l'influence du temps dans les effets produits.

Je me suis servi, dans ces recherches, soit d'un tube fêlé rempli d'une dissolution métallique en plongeant dans une dissolution alcaline, dans laquelle était dissous un oxyde métallique, soit d'un diaphragme poreux en porcelaine dégourdie remplaçant le tube fêlé, soit encore d'un vase en verre, fermé hermétiquement, contenant une dissolution acide ou alcaline dans laquelle plongeait une substance minérale.

Avec un appareil électro-capillaire fonctionnant avec une dissolution d'or et une autre de plombite de potasse, on a obtenu, dans l'espace de deux années, d'un côté, du minium à l'état cristallisé, semblable à celui que l'on obtient par la voie sèche ; de l'autre, de l'or métallique.

Parmi les produits obtenus en vertu d'actions lentes, dans un vase fermé hermétiquement pendant vingt ans, et qui ont leurs analogues dans la nature, je mentionnerai les suivants :

1° Des cristaux d'arragonite formés sur un morceau de gypse en fer de lance, de 1 décimètre de longueur et de 1 centimètre d'épaisseur, mis en digestion dans une dissolution de bicarbonate de potasse, contenue dans un vase fermé hermétiquement ; le sulfate de chaux a disparu presque en totalité, et il est resté une enveloppe épaisse de cristaux d'arragonite.

2° En opérant avec une dissolution de sous-carbonate, il s'est produit des cristaux rhomboédriques de carbonate de chaux.

3° Un gypse semblable, maintenu en contact pendant le même temps avec une dissolution d'arséniate d'ammoniaque, a donné des cristaux d'arséniate de chaux peut-être aussi beaux que ceux de la nature.

4° Avec une dissolution d'aluminate de potasse et du gypse, on a eu le double sulfate de chaux et de potasse cristallisé, qui n'est autre que la glaubérite dans laquelle la soude a été remplacée par la potasse.

5° Des morceaux de galène, plongés également pendant vingt ans avec une dissolution de bicarbonate de potasse, ont donné des cristaux bien caractérisés de carbonate de plomb, appartenant au système du prisme droit à base rhombe.

6° On a obtenu, avec des morceaux de calcaire plongés dans une dissolution de plombite de potasse, du plomb carbonaté hydraté, en écailles cristallines d'un aspect nacré.

7° La malachite (carbonate bibasique de cuivre) avait déjà été obtenue par moi, en faisant réagir successivement sur du calcaire une solution de nitrate de cuivre pour le changer en sous-nitrate, lequel avait été mis en digestion avec le bicarbonate de soude pour former un double carbonate que l'on avait décomposé avec une nouvelle dissolution de nitrate de cuivre. En opérant ainsi, on avait obtenu une couche plus ou moins épaisse de malachite adhérant à la surface du calcaire. J'ai étudié de nouveau cette formation, en modifiant le procédé. On a pris des plaques de calcaire poreux d'une épaisseur de 1 centimètre, et l'on a opéré dans le vide, afin de faire pénétrer les dissolutions dans l'intérieur des plaques et de permettre aux gaz qui se forment dans le calcaire de se dégager. On a reconnu, en opérant avec une dissolution peu concentrée, que les deux premières transformations suffisaient pour obtenir une plaque de malachite exempte sensiblement de chaux et d'acide nitrique, ayant le même grain que le calcaire; l'épigénie a donc été complète. Les grains sont à l'état cristallin. En opérant à de hautes pressions, il sera possible probablement d'obtenir le même résultat avec du calcaire un peu compacte.

On explique comme il suit les effets des actions lentes dont il vient d'être question, et qui produisent quelquefois des épigénies, c'est-à-dire des substitutions de matières à d'autres matières sans changer la forme des corps, ainsi que celles de leurs parties constitutives:

Lorsqu'on met, par exemple, en digestion du calcaire poreux dans une dissolution concentrée de nitrate de cuivre, il résulte de la réaction qui a lieu un dégagement de gaz acide carbonique et une production de nitrate de chaux qui reste en dissolution, et de sous-nitrate de cuivre insoluble qui se substitue aux grains de calcaire, lesquels se trouvent ainsi transformés en sous-nitrate, attendu que le gaz acide carbonique et la dissolution de nitrate de chaux remplissant les pores, le sous-nitrate se trouve forcé d'occuper la place des grains de calcaire. Le gaz et la dissolution de nitrate de chaux ne peuvent sortir complétement des pores qu'en plaçant le calcaire transformé dans le vide de la machine pneumatique, en contact avec l'eau et la renouvelant de temps à autre.

Lorsque le sous-nitrate a été mis en contact avec une dissolution de bicarbonate de soude pour le changer en malachite, il reste pendant longtemps du nitrate de soude dans les pores, qui vient s'effleurer, avec le temps, sur la surface de la malachite, tant est grande l'attraction moléculaire exercée par les parois des pores sur ce composé.

Je ne parle pas des effets électrochimiques qui peuvent intervenir dans les actions dont on vient de parler, attendu que je les ai déjà décrits.

Les analyses des substances qui viennent d'être mentionnées ont été faites par M. Guérout, élève distingué, sorti du laboratoire des Hautes Études dirigé par notre confrère M. Fremy, au Muséum d'histoire naturelle, et que M. le ministre de l'instruction publique a bien voulu mettre à ma disposition pour m'aider dans mes expériences. »

— Évolution du glycogène dans l'œuf des oiseaux; par M. Claude Bernard. — Après avoir fait l'histoire de ses précédentes recherches sur la glycogénèse animale depuis 1848, époque où il découvrit le sucre (glycose) dans le foie des animaux à l'état physiologique et établi par un grand nombre d'expériences que la présence du sucre dans l'organe hépatique est entièrement indépendant de l'alimentation, le sucré physiologiste annonce qu'il va reprendre une série de recherches nouvelles pour son enseignement de physiologie générale au Muséum d'histoire naturelle. « A mesure que j'avance, dit-il, la question s'éclaire, se simplifie, et la physiologie générale vient nous démontrer de plus en plus qu'il existe une glycogénèse animale aussi bien qu'une glycogénèse végétale s'accomplissant toutes deux par un mécanisme semblable. »

M. Claude Bernard fait ensuite ouvrir un pli cacheté déposé par lui le 31 mars 1864, « Sur la formation de la matière glycogène chez les animaux. »

— Sur les changements de poids que le corps humain éprouve dans les bains; par MM. Jamin et de Laurès. — Ce présent travail étant analysé dans un article sur les Bains que nous publions plus loin, nous nous bornons ici à le signaler.

— Observations zoologiques faites dans la province de Tché-Kiang; par M. l'abbé A. David. — Parmi les animaux curieux qu'il a rencontrés en Chine, l'abbé David, dans une ascension sur une grande montagne, a fait connaissance avec un *Pucrasia;* il le destine aux salles du

progrès de son confrère de Paris, et l'envoie à M. Milne-Edwards pour qu'on en fasse des projections à la lumière électrique.

— Rapport sur un mémoire de MM. F. Lucas et A. Cazin, sur la durée de l'étincelle électrique ; par M. Ed. Becquerel, au nom d'une commission de cinq membres dont il fait partie. Ce rapport, très-favorable, conclut à l'insertion de ces recherches dans le *Recueil des savants étrangers*.

— Sur la dissolution du carbonate de chaux par l'acide carbonique ; par M. Schlæsing (Deuxième note).

— Sur la fabrication des couleurs d'aniline ; par M. Ch. Lauth. — « Dans une note récemment soumise au jugement de l'Académie pour le concours des arts insalubres, MM. Girard et de Laire signalent comme nouvelle la méthode qui consiste à obtenir directement des matières colorantes violettes, vertes et bleues, sans prendre la rosaniline comme point de départ. Ces savants n'ont pas eu connaissance du mémoire que j'ai publié en 1861 (1), et qui prouve que le problème qu'ils se sont posé aujourd'hui était résolu dès cette époque. J'ai montré, en effet, que la *méthylaniline*, soumise à l'action de divers oxydants, se transforme en un beau violet, et cette observation a reçu, dès 1866, une consécration industrielle des plus importantes pour la fabrication du violet de Paris. De même, il existe plusieurs méthodes pour produire les verts d'aniline, sans avoir recours à la fuchsine ; il suffit de rappeler, entre autres, le procédé découvert par MM. Poirrier, Bardy et Ch. Lauth, en 1869, pour l'obtention d'un vert par l'oxydation de deux bases nouvelles, la benzyle et la dibenzylaniline.

MM. Girard et de Lairé ont eu le mérite d'ajouter des faits nouveaux et intéressants à l'histoire des couleurs d'aniline ; mais il me paraît difficile d'admettre qu'ils aient découvert une méthode nouvelle.

Je ne puis m'empêcher, en terminant, de dire quelques mots de la fabrication de la rosaniline elle-même. Il est certainement désirable de voir remplacer une substance aussi toxique que l'acide arsénique par un produit inoffensif ; mais il est peut-être exagéré d'affirmer que « le remarquable ensemble des fabrications des couleurs d'aniline est *radicalement vicié* par le « procédé de préparation de la rosalinine, *cause permanente d'empoisonnement* pour les lieux où « il s'exécute. »

Cette affirmation a lieu d'étonner, dans la bouche des savants mêmes qui ont préconisé en France l'emploi de l'acide arsénique ; la pratique que j'ai de l'industrie des couleurs d'aniline me permet heureusement d'affirmer que, avec des précautions convenables, aucun danger sérieux n'est à craindre ; il n'est pas à ma connaissance que des accidents se soient produits dans les fabriques dirigées par des chimistes expérimentés et soucieux de la santé des ouvriers. »

— Observations relatives à une note précédente de MM. Girard et de Laire, sur les matières colorantes dérivées de la diphénylamine ; par M. Bardy. — « MM. Girard et de Laire, dans l'exposé de leur travail, présenté dans la séance du 24 juin 1872 (t. LXXIV, p. 1559), sur les matières colorantes dérivées de la diphénylamine, disent :

Nous avons pu, en introduisant des radicaux alcooliques dans les monamines secondaires, obtenir des monamines tertiaires capables de se transformer en matières colorantes : méthyldiphénylamine, etc.

Dans les *Comptes-rendus* de l'année dernière (t. LXXIII, p. 751), j'ai montré que la méthyldiphénylamine, que j'ai préparée le premier et utilisée comme source de matières colorantes, avait des propriétés nettement définies ; que, par son mode de production, elle constituait le dérivé normal de la diphénylamine. Elle ne pouvait être confondue avec un isomère obtenu en 1869, par MM. Girard et de Laire, en faisant réagir la méthylaniline sur le chlorhydrate d'aniline, et que MM. Girard et Voogt rééditaient en ce moment sous le nom de *méthyldiphénylamine*, sans modifier en rien le mode de production employé la première fois. Mes affirmations n'ont point été contestées.

Aujourd'hui, et sans doute par erreur, MM. Girard et de Laire appliquent de nouveau à cet isomère qu'ils ont découvert deux fois le nom de méthyldiphénylamine ; c'est afin d'éviter

(1) *Répertoire de chimie appliquée*, 1861, p. 345, et *Moniteur scientifique*, 1er juillet 1861.

que la confusion puisse se produire à l'avenir, et en même temps pour affirmer mes droits à la découverte de ce corps et à sa transformation en matières colorantes, que je viens prier l'Académie de bien vouloir accueillir cette rectification. »

— Sur les zygospores du Mucor Phycomyces; par MM. Ph. Van Tieghem et G. Lemonnier.

— Sur le spectre primaire de l'iode; par M. G. Salet. — Cette note est présentée par M. Wurtz, le chimiste alsacien, comme l'appelle M. Kolbe. Notons, en passant, que M. Wurtz n'est pas beau à voir en ce moment, et qu'un académicien, doyen d'une Faculté, ne devrait jamais se faire couper les cheveux aussi ras. Décidément, M. Wurtz est comme M. Bourbeau, l'ancien ministre de l'instruction publique, il manque de prestige.

— Compressibilité des liquides sous de hautes pressions; par M. L. Cailletet.

— Analyses d'une nouvelle variété d'amblygonite de Montebras (Creuse), etc., etc.; par M. F. Pisani.

— Sur un troisième propylène bichloré; par MM. C. Friedel et R.-D. Silva.

— Théorie générale de l'action chimique. Deux nouveaux acides provenant de l'oxydation du sucre; par M. E.-J. Maumené. — Renvoyé aux *Petites Annales de chimie* de M. l'abbé F. Moigno.

— Recherches expérimentales sur l'influence que les changements dans la pression barométrique exercent sur les phénomènes de la vie. Cinquième note; par M. P. Bert.

Il résulte des études du professeur de la Faculté des sciences de Paris que les modifications apportées sur l'organisme par les changements de pression tiennent à l'action de l'oxygène.

M. Bert étudie aujourd'hui la proportion relative de l'oxygène et des autres gaz du sang, quand la pression varie.

Le procédé opératoire employé est délicat et compliqué. Aussi a-t-il fallu varier les expériences et les répéter un grand nombre de fois pour obtenir des résultats un peu précis.

Les conclusions formulées par M. Bert se résument ainsi : Quand la pression diminue, la quantité des gaz contenus dans le sang diminue également. Donc un homme qui s'élève en ballon ou gravit une montagne a dans le sang à sa disposition pour exciter ses tissus et fournir à sa dépense de forces et de chaleur une quantité de plus en plus petite et bientôt insuffisante d'oxygène. De là, nécessité de s'arrêter souvent dans les excursions de montagnes, et impossibilité de dépasser une certaine limite où l'asphyxie devient imminente. Le même appauvrissement se manifeste pour l'acide carbonique, sans que l'on puisse aujourd'hui en indiquer les conséquences. Dans tous les cas, il est bien évident que l'on ne pourrait plus, comme on l'a fait encore récemment, soutenir que « la majeure partie des troubles fonctionnels caractéristiques du *mal des montagnes* » doit être rapportée à une véritable intoxication par l'acide carbonique dissous en trop forte proportion dans le sang, puisque la proportion de ce gaz diminue toujours avec la pression barométrique.

— Sur les carnassiers et les chéiroptères dont on trouve les débris fossiles dans les gisements de phosphorite de Caylux, Fregols, Concots, etc.; par M. H. Filhol.

— Sur une nouvelle espèce du genre Althenia; par M. Duval-Jouve.

— Sur les aldéhydes condensées avec élimination d'eau ou aldanes; par M. J. Riban, chef des travaux chimiques du laboratoire des Hautes Études au Collége de France. — « On sait que les aldéhydes, sous l'influence de certains agents, et notamment de l'acide chlorhydrique, peuvent se condenser avec élimination d'eau. M. Kékulé a fait connaître le premier terme de ces condensations, auquel il a donné le nom d'*aldéhyde crotonique*. M. Borodine et moi-même avons, chacun de notre côté, signalé la formation d'un produit analogue, obtenu par l'action de la chaleur seule sur l'aldéhyde valérique. Dans ces conditions, 2 molécules de valéraldéhyde se soudent, avec élimination de H^2O, pour donner naissance au produit condensé $C^{10}H^{18}O$. M. Wurtz a décrit tout récemment, sous le nom d'*anhydride de l'aldol*, un corps représentant 4 molécules d'aldéhyde moins H^2O.

J'ai l'honneur de faire connaître à l'Académie un nouveau mode de formation de ces composés, et de l'entretenir de deux termes nouveaux de condensation.

Les aldéhydes peuvent se condenser avec élimination d'eau, ainsi qu'il résulte de nos propres expériences et de celles des auteurs précités. J'ai pensé que les métaux susceptibles de

décomposer l'eau solliciteraient la formation de ce corps en donnant naissance à des produits condensés. C'est ce que l'expérience a vérifié ; j'ai successivement employé le sodium et le zinc métallique. »

— Recherches thermochimiques sur les corps formés par double décomposition ; par MM. BERTHELOT et LONQUININE (3e partie).

— M. SACC adresse à l'Académie des échantillons de viandes et de légumes conservés par un nouveau procédé. La caisse qui contient ces échantillons n'ayant pu encore être ouverte, ils seront présentés à l'Académie dans une prochaine séance.

Séance du 15 juillet. — Mémoire sur le refroidissement des gaz. — MM. JAMIN et RICHARD ont trouvé, à l'aide d'une méthode simple et élégante, que la loi de Dulong et Petit, pour les solides et les liquides, s'appliquait absolument aux gaz. Le refroidissement dans les gaz n'a pas lieu, comme on l'admet généralement, par échange et transport de courants, mais par détente, par changement de pression. La détente de la portion chauffée se transmet à la couche voisine, qui se comprime et s'échauffe, et ainsi de suite depuis la source de chaleur jusqu'à la dernière couche du gaz.

Dans un ballon en verre on a placé un fil qui le traverse horizontalement et que l'on peut faire rougir sous l'action de l'électricité. Ce fil sert de source de chaleur. Le gaz du ballon est en relation avec un appareil manométrique. Les changements de la colonne du manomètre permettent d'observer l'échauffement et le refroidissement du gaz pendant et après que l'on a fait rougir le fil métallique.

C'est dans ces conditions que les variations manométriques trahissent aux yeux la loi de refroidissement des gaz. La formule de MM. Dulong et Petit, aux exposants près, exprime très-bien cette loi.

— Nouvelle note sur l'amblygonite et la montébrasite ; par M. DESCLOIZEAUX. — Les analyses récentes de ces minéraux ayant rectifié les analyses antérieures reconnues fautives, nous amènent à partager les substances confondues sous la dénomination d'amblygonite en deux espèces distinctes, appartenant toutes deux au système du prisme doublement oblique. L'une est un fluophosphate d'alumine *sodicolithique* anhydre, à laquelle on pourra conserver le nom le plus anciennement connu d'*amblygonite*; l'autre, qui est un fluophosphate d'alumine simplement *lithique* et hydraté, prendra le nom de *montebrasite.*

— Sur l'absence de gaz combustibles dans les émanations de la *Caldeira* de Turnas, à San-Miguel (Açores). — Lettre de M. FOUQUÉ communiquée par M. Charles DEVILLE. « Il n'y a pas de gaz combustible. 2,500 volumes du gaz naturel m'ont donné, après la potasse, un résidu gazeux inférieur à 1 centimètre cube, et qui ne m'a pas paru brûler. »

— M. ROLLAND est nommé membre de la commission qui sera chargée de juger le concours des Arts insalubres, en remplacement de M. COMBES.

— M. DAUBRÉE fait un rapport très-élogieux sur la nouvelle collection de minéraux du Chili, offerte par M. DOMEYKO, à l'École des mines de Paris. — La liste des échantillons au nombre de quinze, dont elle se compose, ayant déjà été insérée dans les *comptes-rendus,* M. Daubrée se borne à en signaler deux espèces qui y sont représentées d'une maniére exceptionnelle. Le tungstate de manganèse, voisin du wolfram, et désigné sous le nom de *mégabasite,* l'adamine, arséniate de zinc hydraté, découvert par M. Friedel, il y a six ans, et qui se montre ici en octaèdres rhomboïdaux, inégalement colorés en violet, d'une dimension et d'une netteté qui nous étaient inconnues.

M. Domeyko est un ancien élève de l'École des mines de Paris, professeur de minéralogie à Santiago, et, au milieu de ses travaux importants et variés, il n'a jamais oublié la France et l'aime comme tous ceux, d'ailleurs, qui l'ont habitée et qui ne cessent de la regretter. L'Académie désire que le mémoire de M. Domeyko soit inséré dans le *Recueil des savants étrangers.*

— Sur un appareil propre à soumettre les gaz et les vapeurs à l'effluve électrique ; par M. Arnould THENARD. — Après quelques essais infructueux que décrit l'auteur, il est revenu au principe de Baines et de Babaud, et, en le combinant avec celui de Houzeau, en y ajou-

tant aussi de *son cru* (sic), il est arrivé à construire un appareil assez parfait pour ses expériences.

— Sur une nouvelle pile électrique, d'une construction économique ; par M. GAIFFE.— Le couple rappelle, par sa forme, celui de Callaud, employé depuis quelques années par les lignes télégraphiques ; mais ses éléments sont différents. Il se compose d'un vase dans lequel plongent une tige de plomb et une tige de zinc ; la tige de plomb descend jusqu'au fond du vase, la tige de zinc est plus courte de moitié ; le fond du vase est occupé par une couche d'oxyde salin de plomb (minium), enfin le liquide excitateur est de l'eau aiguisée par 10 pour 100 de chlorhydrate d'ammoniaque.

M. Gaiffe ajoute : « La force électromotrice de cette pile est environ le tiers de celle du couple de Bunsen ; sa résistance intérieure est faible et varie peu, le chlorure de zinc formé ne changeant pas sensiblement la conductibilité du liquide excitateur ; sa constance est grande ; enfin la dépense est à peu près nulle quand le circuit est ouvert. »

— Sur la simultanéité des variations barométriques entre les tropiques ; par M. J.-A BROUN (suite).

— Sur les terrains de transition de la Vendée ; par A. RIVIÈRE.

— M. MAUMENÉ envoie une seconde note sur les deux nouveaux acides provenant de l'oxydation du sucre. — M. Dumas avait inséré la première, M. Elie de Beaumont laisse celle-ci à la porte. — Pourquoi ? Craint-on une nouvelle inondation de la prose de M. Maumené et croit-on prudent de fermer le robinet ? C'est bien possible. M. Maumené passe, à tort sans doute, pour avoir mauvais caractère. Aussi on l'évite, on fait silence sur ses travaux et on ne lui répond jamais. M. Maumené est malheureux de cette disposition des chimistes à son égard, de là cette irritation qu'il montre et cette nécessité de son esprit de se venger sur quelque chose, sur le papier, par exemple.

— Sur la théorie de la roue à réaction. Note de M. DE PAMBOUR. — L'auteur a établi sa formule de l'expression de l'effet utile dans l'hypothèse où la réaction est la différence entre la vitesse du conduit et celle de la roue. Vingt-deux expériences lui ont ensuite permis de comparer l'effet utile calculé à l'effet observé. La différence de la moyenne des résultats n'est que de 1 pour 100.

— Nouvelle réponse de M. RESPIGHI au P. SECCHI. — Les deux auteurs ne s'entendront jamais et l'Académie ferait bien de fermer aussi le robinet du P. Secchi, qui abuse un peu trop de ses comptes-rendus. Que le P. Secchi se fasse imprimer chez lui, dans les annales de l'Académie de Rome, comme font ses confrères !

— Sur les courants d'induction développés dans la machine de M. GRAMME ; par M. GAUGAIN.

— Sur l'oxydation instantanée de l'alcool ; par M. A. HOUZEAU. — Voici un exemple simple de la conversion directe de l'alcool en acide acétique et en aldéhyde, sans le concours d'aucun agent autre que l'oxygène modifié par l'électricité.

Si dans un flacon d'un demi-litre de capacité rempli d'ozone concentré et humide, obtenu par l'un de mes appareils ozoniseurs à simple ou à double effet, on verse environ 10 centimètres cubes d'alcool absolu ou hydraté, il suffit d'agiter fortement le flacon pendant quelques secondes pour qu'immédiatement l'alcool neutre, et pour ainsi dire inodore, manifeste au papier de tournesol une forte réaction acide, due au vinaigre formé, et répande une odeur d'aldéhyde, dont la présence est démontrée par l'influence réductrice qu'exerce la liqueur sur un sel d'argent ammoniacal. Mais le fait le plus curieux de l'expérience, c'est la formation simultanée de quantités relativement considérables d'eau oxygénée ; quelques centimètres cubes de la liqueur alcoolique bleuissent fortement le mélange d'acide chromique et d'éther.

En opérant d'une façon comparative avec de l'oxygène ordinaire, c'est-à-dire avec la même source d'oxygène, avant que le gaz ait subi l'électrisation obscure, rien de semblable ne s'observe. Même après vingt-quatre heures de contact, l'alcool est resté neutre, inodore et sans action sur le sel d'argent, comme sur l'acide chromique.

« L'éther subit de la part de l'ozone concentré, et dans les mêmes conditions, une oxydation analogue et encore plus rapide avec production d'eau oxygénée.

« Si l'on rapproche ces effets d'oxydation des effets semblables que l'alcool éprouve au contact des corps oxydants, comme l'acide chromique, le mélange d'acide sulfurique et de bichromate de potasse, etc., on ne peut méconnaître l'analogie profonde qui semble exister entre l'ozone à l'état de liberté et l'oxygène tel qu'il se trouve dans les combinaisons. C'est même cette analogie qui depuis longtemps m'avait fait supposer que l'ozone ne pourrait bien être que l'état primitif de l'oxygène.

— Dosage de l'urée à l'aide du réactif de Millon et de la pompe à mercure; par M. N. Gréhant. — Le réactif de Millon s'obtient en faisant dissoudre 2 centimètres cubes de mercure dans 100 centimètres cubes d'acide azotique pur. Ce réactif contient de l'acide azoteux. Au contact de ce dernier et de l'acide nitrique, l'urée est décomposée en volumes égaux d'azote et d'acide carbonique, en azotate d'ammoniaque et eau. On absorbe l'acide carbonique par la potasse. Connaissant ainsi par différence le volume de ce gaz, on a la richesse de l'urée. 1 centimètre cube d'acide carbonique représente 2^{mg}.683 d'urée pure.

— Sur l'existence de l'amidon dans la tortue d'eau douce; par M. C. Dareste. — L'auteur généralise ses précédentes recherches. — Le fait nouveau sur lequel il appuie aujourd'hui, c'est la présence de l'amidon dans les capsules surrénales. « L'existence de l'amidon dans ces organes, ainsi que dans les testicules, où je l'ai signalé au mois de janvier, modifie les idées que nous avons sur la glycogénie, que l'on considérait jusqu'à présent comme localisée dans le foie chez les animaux adultes. »

— Sur les Ovulites. Note de M. Wetelet.

— Sur le crocodile fossile d'Amboulintsatre (Madagascar); par MM. Grandidier et Vaillant.

— Sur l'éruption du Vésuve en avril 1772 ; par H. de Saussure. — Les effets généraux de l'éruption d'avril 1872 ont été les suivants :

1° La montagne du Vésuve a été partagée par une fente courant à peu près du nord au sud-sud-ouest;

2° La lave, s'élevant dans cette fente, a jailli par les deux côtés au nord, tout au pied du cône, au sud, à mi-côte, en beaucoup moindre abondance ;

3° Le sommet de la montagne a été abaissé et émoussé.

— État du Vésuve et des dégagements gazeux des Champs Phlégréens, au mois de juin 1869 ; par M. Gorceix.

— Des courants magnétiques et des explosions solaires qui ont accompagné l'aurore boréale du 7 juillet; par M. Tarry.

— Sur un phénomène optique observé à la Grande-Chartreuse à propos d'une communication récente de M. Tissandier. — L'auteur a observé, il y a quatre ans, le même phénomène, mais, pas plus que M. Tissandier, il n'a observé d'arc-en-ciel blanc ou *cercle d'Ulloa* au-delà du cercle irisé qui formait le cadre du tableau. « Ce phénomène, dit-il, me semble analogue à celui qui est connu sous le nom de *spectre du Brocken.* »

Séance du 22 juillet. — Sur les masses des planètes et la parallaxe du Soleil; par M. Le Verrier. — « Les astronomes portent un grand intérêt à l'exacte observation de l'angle π de la parallaxe solaire; c'est l'angle maximum sous lequel un observateur, supposé placé au centre du Soleil, verrait le rayon du globe terrestre.

La parallaxe solaire étant connue en secondes sexagésimales, il suffit de chercher combien de fois elle est contenue dans le nombre 206265 pour en conclure la distance du Soleil à la Terre, rapportée au rayon du globe terrestre, pris pour unité.

Laplace, avec les astronomes français de son époque, a adopté dans la *Mécanique céleste* la parallaxe 8″.813, déduite des passages de Vénus observés en 1761 et en 1769. On en conclut la distance 23405 à la Terre.

Ultérieurement Encke, ayant repris la discussion de ces mêmes passages de Vénus sur le Soleil, estima que la parallaxe serait seulement de 8″.578, et que la distance du Soleil à la Terre devrait être portée à 24046 rayons du globe terrestre.

On a reconnu que ce changement apporté par l'astronome de Berlin au nombre de Laplace

n'est pas heureux, et qu'il eût plutôt fallu ajouter quelques centièmes de seconde à la valeur 8″.813 attribuée à la parallaxe solaire dans la Mécanique céleste.

Que la distance du Soleil à la Terre soit plus ou moins grande d'une petite fraction de sa valeur, le fait n'est pas en soi de nature à offrir un grand intérêt à notre esprit. Mais la connaissance de la parallaxe solaire est utile dans plusieurs calculs astronomiques : elle permet notamment de déterminer la valeur de la masse de la Terre et de tenir compte de son action dans le monde, en l'introduisant dans les calculs de la Mécanique céleste.

M. Le Verrier établit qu'à l'aide des masses de Mars, Vénus, etc., on est conduit par le calcul aux résultats suivants. En calculant d'après la masse de Mars, la parallaxe serait 8″.866, d'après celle de Vénus, 8″.853. De son côté, Bradley avait trouvé 8″.859. Enfin Léon Foucault avait été finalement conduit au nombre 8″.86.

Or, la précision des résultats précédents doit atteindre 1/100e d'arc en ce qui concerne les calculs faits avec les observations de Mars et de Vénus. On doit donc être très-près de la vérité quand on fixe à 8″66 la parallaxe solaire.

Le passage de Vénus permettra de préciser encore la masse de la Terre et de lever tous les doutes à cet égard, mais à une condition, c'est que l'on se servira de méthodes d'une extrême rigueur pour mesurer les contacts. Sinon, la question n'aura pas fait un pas en avant.

Aussi M. Le Verrier insiste-t-il pour que, dès maintenant, l'Académie se préoccupe de choisir les observateurs qui iront dans les mers du Japon, afin qu'ils aient tout le temps de se préparer et de s'habituer au maniement des instruments.

M. Le Verrier profite de la circonstance pour saisir l'Académie d'un plan d'étude très-vaste, il est vrai, mais qui peut seul imprimer à l'astronomie une marche féconde.

1° Il faudrait tout d'abord, dit M. Le Verrier, ouvrir ce que nous appellerons, pour mieux préciser notre pensée, le *compte des matières célestes*. A cet effet, remontant dans le passé, on chercherait avec soin les circonstances dans lesquelles les actions particulières à telle ou telle planète se sont particulièrement accentuées, et on établirait l'équation de condition qui en résulte pour la détermination de sa masse. On ferait concourir à ce travail toutes les observations passées faites dans les divers Observatoires.

On rechercherait en même temps à préciser dans l'avenir les circonstances les plus favorables à la détermination des masses, afin de les signaler aux astronomes et de réaliser les observations nécessaires.

De là résulterait un ensemble de conditions dont le trésor s'accroîtrait chaque jour et qui conduirait aux plus importants résultats.

2° Nous sollicitons la reprise par les physiciens de la mesure *directe* de la vitesse de la lumière. L'Académie l'obtiendrait certainement de M. Fizeau.

3° La mesure de la constante de l'aberration doit être l'objet de l'attention des astronomes ; il serait fort intéressant, aujourd'hui que la constante déterminée par M. Struve joue un rôle si spécial, d'avoir l'avis motivé de cet éminent astronome sur l'exactitude à laquelle il est sûr d'avoir atteint.

4° Enfin la mesure de la parallaxe solaire par les passages de Vénus conserve tout son intérêt, mais à la condition qu'elle sera faite avec une précision exceptionnelle et que l'astronome pourra répondre d'une exactitude correspondant à $\frac{1}{100}$ de seconde d'arc, soit la $\frac{1}{900}$ partie de la valeur totale de la parallaxe.

A cette limite d'une précision extrême le travail devient une œuvre d'art des plus délicates, et qui ne saurait être confiée qu'à quelques hommes ayant donné des garanties spéciales de leur dévouement à l'entreprise et qui soient déterminés à aller eux-mêmes réaliser les observations. Nous croyons que l'Académie devrait les désigner sans plus tarder, en leur laissant toute la responsabilité, mais aussi toute liberté dans les moyens d'exécution.

M. Fizeau pense qu'il serait très-utile de faire de nouvelles déterminations de la vitesse de la lumière au moyen des méthodes que les physiciens possèdent aujourd'hui, d'autant plus que les nombres obtenus jusqu'ici, soit par la méthode des roues dentées, soit par celle du miroir tournant, ne peuvent en réalité être considérés que comme de premiers essais destinés

à démontrer la possibilité de mesurer la vitesse de la lumière à la surface de la terre par des moyens purement physiques. Les considérations présentées par M. Le Verrier nous font voir combien il serait désirable d'obtenir aujourd'hui des nombres dont la précision fût en rapport avec celle que les astronomes sont en droit de demander aujourd'hui aux physiciens ; et il n'est pas douteux que l'on y parviendra prochainement, au moyen de certains perfectionnements que les progrès de la science permettent actuellement d'employer, et que plusieurs physiciens s'occupent en ce moment d'appliquer à ce genre de détermination.

M. d'Abbadie ajoute :

Les physiciens ne me blâmeront pas de faire observer que le résultat cité par M. Le Verrier pour la vitesse de la lumière obtenue par Foucault n'est qu'une coïncidence heureuse. La base choisie par cet ingénieux physicien était de 2 ou 3 mètres seulement ; par conséquent une erreur minime dans l'évaluation de cette base, erreur qui ne saurait être appréciée, devait être multipliée par un nombre relativement énorme, d'où pouvait résulter une incertitude grave dans le résultat final.

M. Fizeau, au contraire, avait antérieurement inventé une bien meilleure méthode. Elle permet, en choisissant des stations convenables, de prendre une base considérable qui peut dépasser 100 kilomètres, et que la géodésie peut mesurer à 1 décimètre près. Dans l'essai qu'il a fait, M. Fizeau avait choisi une base de 9,000 mètres environ. Il est vivement à désirer qu'une détermination de la vitesse de la lumière soit faite par sa méthode et non par le procédé bien moins exact de Foucault. »

— Recherche du fer dans le sang d'un animal invertébré ; par M. Boussingault. — « Les observations que j'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie dans la séance du 27 mai m'ont conduit à rechercher le fer dans le sang blanc d'un invertébré, la limace jaune, si abondante dans les potagers.

Dans ces limaces, les cavités où logent les poumons et le cœur sont protégées par un disque charnu placé sur le devant du dos. Le cœur, ouvert avec une pointe en platine, donne une ou deux gouttes de liquide. L'on jugera par là combien de cœurs de limace il a fallu percer pour obtenir une centaine de grammes de sang.

Ce sang est presque incolore, légèrement opalin, teinté d'une nuance jaune ; liquide au moment de l'extraction, il prend bientôt une consistance semi-gélatineuse. Au microscope, on y aperçoit de nombreux globules elliptiques serrés les uns contre les autres ; çà et là, des espaces limités sans globules ; de rares granules, peu de lambeaux cellulaires et quelques fragments à structure cristalline. Les globules ont à peu près la dimension des globules du sang de vache, pris pour terme de comparaison.

Le sang blanc des limaces possède une réaction alcaline.

Dans 100 grammes, on a trouvé :

Matières sèches......................	3gr.905	Eau.......	96gr.095
Cendres blanches....................	0gr.767		
Fer exprimé en métal................	0gr.00069		

Le fer est en si minime proportion que l'on peut hésiter à le considérer comme un élément du sang.

Le sang blanc normal des limaces ne renfermerait que 1/75 du fer dosé dans le sang rouge liquide, et si ce métal est un principe constant de l'hématosine, on concevrait que, à cause de l'exiguïté de sa proportion, le sang des invertébrés ne soit pas sensiblement coloré. Toutefois, il n'y a pas lieu d'y supposer la plus minime quantité d'une substance colorante analogue à l'hématosine, parce que, en se concentrant par l'évaporation, ce sang conserve une teinte jaune sans aucune nuance de rouge. »

— Sur un nouveau procédé de dosage de l'ozone ; par M. P. Thenard. — L'ozone est aujourd'hui tourmentée par MM. Thenard père et fils qui viennent ravir à ce brave Houzeau sa spécialité ? Il paraît qu'en physique, c'est comme en pharmacie, il y a des frelons de *spécialités* qui prennent la *crème* des autres.

— Sur la condition pour qu'une famille de surfaces données puisse faire partie d'un système octogonal ; par M. A. Cayley. — Un joli mémoire à lire pour ceux qui aiment les X et les Y. Huit pages pleines de ces grandes lettres chères aux mathématiciens.

— Sur une veine liquide formée en partie par un courant, en partie par les coups de bélier des vagues contre deux digues convergentes; par M. A. de Caligny.

— L'Académie procède à la nomination d'un correspondant, pour la section d'anatomie et de zoologie, en remplacement de M. Purkinjé.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 48,

M. Lovin obtient	32 suffrages.
M. Darwin	15 —

Il y a un billet blanc.

M. Darwin est écarté. Grande victoire pour les Pères de la Foi!

— Sur l'anatomie pathologique de l'angine et du croup; par MM. Bouchut et Labadie-Lavrage.

— Sur les lignes de faîte et de thalweg; par M. Boussinesq.

— Vibrations des cordes sous l'influence d'un diapason; par M. E. Gripon.

— Expériences d'acoustique faites sur la Seine. Note de M. F. Lucas. — Pendant le blocus de Paris par l'armée prussienne, on s'est demandé s'il serait possible d'établir, entre la cité investie et les provinces qui échappaient encore à l'invasion, un système de télégraphie acoustique au moyen du cours de la Seine. M. Lucas communique les conclusions de ses expériences qui n'ont conduit à rien. M. Dorian, qui avait encouragé ces expériences, était plein de bonne volonté; mais il était dit qu'il faudrait avouer cette phrase si vraie de M. Pasteur, servant de titre à un article publié par lui (Voir *Moniteur scientifique*, 1871, p. 176: « Pourquoi la France n'a pas trouvé d'hommes supérieurs au moment du péril. »

— Sur un nouveau procédé de conservation des substances alimentaires par l'acétate de soude; par M. Sacc. — M. Dumas, pour ne pas humilier sans doute son confrère Élie de Beaumont, a lu *si bas, si bas*, ce mémoire, qu'il a été difficile aux représentants de la presse d'en rendre compte. Ensuite, bien que de nombreux et intéressants échantillons eussent été envoyés à l'Académie, aucune exhibition n'en a été faite. Mais le procédé est décrit dans le *Compte-rendu* et nous allons le publier *in extenso*. Tout nous dit qu'il y a quelque chose de bon dans ce procédé, si, comme le dit M. de Parville dans son compte-rendu du 22 juillet, M. Dumas a reconnu la propriété qu'aurait l'acétate de potasse d'enlever aux ferments toute activité; il les empêche même de produire l'interversion du sucre.

Le mémoire de M. Sacc devait être lu quinze jours plus tôt, mais M. Dumas, qui devait en lire un de lui sur les fermentations, nous paraît avoir retardé celui-ci à dessein.

« Le procédé est le suivant:

On range les viandes dans un baril, en déposant sur elles de l'acétate de soude en poudre, dont il faut le quart du poids de la viande. En été, l'action est immédiate; en hiver, il faut placer les vases dans une salle chauffée à 20 degrés. Le sel absorbe l'eau de la viande; au bout de vingt-quatre heures, on retourne les pièces, en plaçant dessus celles qui étaient dessous. En quarante-huit heures, l'action est terminée, et on embarille les viandes dans leur saumure, ou on les sèche à l'air. Si les barils ne sont pas pleins, on achève de les remplir avec de la saumure faite en dissolvant 1 partie d'acétate de soude dans 3 parties d'eau.

La saumure, séparée des viandes et évaporée à moitié, cristallise et régénère la moitié du sel employé. Les eaux-mères constituent un excellent extrait de viande, qui, en pâte épaisse, représente 3 pour 100 du poids de la viande employée. Cet extrait doit être versé sur la viande conservée qu'on apprête, dans ce même rapport de 3 pour 100, pour qu'elle reprenne totalement son goût de viande fraîche, sinon elle semble fade, ce qui vient de l'absence des sels potassiques qui restent dans la saumure.

Pour employer les viandes préparées par ce procédé, il faut les tremper pendant douze heures au moins, vingt-quatre heures au plus, suivant la grosseur des pièces, dans de l'eau tiède additionnée de 10 grammes de sel ammoniac par litre d'eau. Ce sel décompose l'acétate de soude resté dans les chairs, en formant du chlorure de sodium qui en relève le goût, et de l'acétate d'ammoniaque, qui les gonfle et leur rend l'odeur et les réactions acides de la viande fraîche. Non-seulement les viandes ainsi préparées peuvent servir à faire toutes les préparations auxquelles on emploie celles qui sont fraîches, mais, comme je m'en suis assuré,

les os qui les accompagnent fournissent en abondance un bouillon gras et des plus sapides.

De ces faits résultait la possibilité de conserver des animaux entiers dans une saumure d'acétate de soude ; l'expérience a confirmé cette prévision, et nous avons préparé ainsi des poissons, des poules, des canards et des bécasses, avec la seule précaution d'en enlever les intestins. Quand on ne vide pas d'abord ces animaux, les déjections, et plus encore la bile, donnent un goût désagréable à leur chair.

Sous l'influence de la saumure, la viande perd un quart de son poids, et un autre quart lorsqu'on la sèche, de quelque animal qu'elle provienne. On peut sécher à l'étuve la viande des animaux à sang chaud ; mais, sauf les carpes et les autres poissons sans dents, tous les autres, spécialement les saumons et les truites, ne peuvent être séchés, sous peine de voir leur chair couler comme du beurre et se fondre en une huile rougeâtre, en ne laissant qu'une éponge de fibres animales, qui ne tardent pas à rancir.

La conservation des légumes se fait comme celle des viandes ; ils perdent alors $\frac{5}{6}$ de leur poids en général ; les choux de Bruxelles ne perdent que $\frac{3}{4}$ de leur poids ; pour les employer, il suffit de les plonger douze heures dans l'eau fraîche et de les faire cuire comme s'ils étaient frais. Il faut échauder les légumes, avant de les couvrir de sel, jusqu'à ce qu'ils perdent leur rigidité. Au bout de vingt-quatre heures, on les exprime et on les sèche à l'air.

Les champignons sont employés tels quels ; on verse sur eux une saumure faite avec parties égales d'acétate de soude et d'eau, jusqu'à ce qu'ils en soient baignés. La saumure est à 30 degrés, et son action est terminée en vingt-quatre heures ; on retire alors les champignons, on les exprime et on les sèche ; ils ont, comme les autres légumes, perdu les $\frac{5}{6}$ de leur poids initial. Nous n'avons opéré que sur des morilles, qui sont ici un aliment de luxe ; en Russie, elles sont tellement abondantes qu'elles deviennent l'aliment du pauvre.

Les pommes de terre crues ne se laissent pas pénétrer par une saumure d'acétate de soude : il faut d'abord les faire cuire à la vapeur ; on les prépare alors aussi facilement que les autres légumes.

Toutes les substances alimentaires préparées par ce procédé doivent être gardées au sec, parce qu'elles s'humectent dans un air saturé d'humidité. »

M. Sacc adresse, en outre, un mémoire portant pour titre : *La fermentation et les ferments.* »

Pas un mot, bien entendu, de ce travail ; il faut bien que M. Dumas lise son mémoire avant.

— Sur la constitution des sels acides en dissolution ; par M. Berthelot. — « On admet, en général, que les sels acides et les sels doubles se détruisent en se dissolvant dans l'eau, de telle sorte qu'une liqueur étendue renferme un sel neutre, juxtaposé avec un acide libre ou un autre sel neutre. Cette opinion repose surtout sur les expériences thermiques de MM. Andrews, Graham, Favre et Silbermann, desquelles il résulterait que le mélange d'une solution saline avec la dissolution de l'acide correspondant ou d'un autre sel du même acide ne dégage que peu ou point de chaleur.

J'ai été conduit à reprendre cette question par des recherches nouvelles sur l'état des sels dissous, exécutées à l'aide d'une méthode fondée sur le partage des corps entre deux dissolvants. Ces recherches tendent à établir une différence fondamentale entre les sels acides, suivant qu'ils sont formés par les acides monobasiques ou par les acides bibasiques : les premiers sels acides sont détruits entièrement, ou à peu près, dans l'acte de la dissolution, tandis que les seconds éprouvent seulement une décomposition partielle et variable avec les proportions relatives d'eau, d'acide et de sel neutre mis en présence, le tout conformément aux lois qui règlent la statique des réactions éthérées. Cette même opposition entre les acides monobasiques et polybasiques peut être établie par les méthodes thermiques. »

— Sur la théorie de l'explosion des composés détonants ; par MM. P. Champion et H. Pellet. « Dans ses remarquables travaux sur le coton-poudre comprimé et la nitroglycérine, M. Abel a émis l'hypothèse que l'explosion des composés détonants ne pourrait avoir lieu qu'à la condition d'exciter dans ces composés une action mécanique d'une espèce particulière, dépen-

dant de leurs propriétés et de leur consititution. D'après cette théorie, la chaleur développée par l'explosion de l'amorce ne peut suffire à produire le changement moléculaire nécessaire à la décomposition instantanée. M. Abel a, du reste, appuyé cette théorie sur un certain nombre de faits probants.

Il nous a paru utile d'aller plus loin dans cette voie et de démontrer, par des expériences directes, que la chaleur et le choc des gaz n'interviennent pas dans cette action, à moins de cas spéciaux dans lesquels ces influences provoquent elles-mêmes un mouvement vibratoire qu'on peut obtenir par d'autres moyens. »

Suivent les expériences des deux chimistes. Une des plus curieuses est celle où ces habiles expérimentateurs ont trouvé que certains corps très-explosifs, tels que le chlorure d'azote, ne détonaient que sous l'action de vibrations bien déterminées. Ainsi, il suffit de placer un peu d'iodure d'azote humide sur une contre-basse et de faire aller l'archet sur les cordes hautes pour que la poudre détone. Au contraire, les sons bas laissent le composé intact. Il est curieux de voir les composés explosifs obéir ainsi à l'excitation de certaines notes musicales.

— Préparation de l'ozone au moyen d'un nouveau mode de production des effluves électriques ; par M. A. Boillot.

— M. Oré recommence ses expériences sur la strychnine et le chloral, et fournit les mêmes conclusions dont la sixième est celle-ci : « La strychnine n'est donc pas l'antidote du chloral. »

Messieurs les lapins espèrent que M. Oré en a enfin fini avec ses expériences.

— Recherches sur les propriétés physiologiques de l'acide quinique ; réduction du perchlorure de fer dans l'organisme. Note de M. Rabuteau, présentée par M. Ch. Robin. — Il résulte des recherches de l'auteur sur l'acide quinique : 1° que cet acide est inoffensif; 2° qu'il se comporte comme presque tous les acides végétaux ordinaires, c'est-à-dire qu'il est brûlé dans l'organisme, les quinates alcalins se transformant en bicarbonates alcalins, qui ont la propriété de rendre les urines alcalines lorsqu'ils sont administrés à des doses suffisantes, par exemple à celle de 5 à 6 grammes au moins par jour. Le quinate de soude produisant la constipation après son injection dans le torrent circulatoire, on peut conclure qu'introduit dans le tube digestif en quantité suffisante, il déterminerait des effets purgatifs, d'après cette règle générale que les purgatifs salins constipent lorsqu'ils ont été injectés dans le sang.

Les quinates alcalins étant dénués de saveur, j'ai voulu m'assurer si le quinate de quinine serait moins sapide que chacun des sulfates de quinine. Il n'en est rien : ce sel est amer comme les autres sels de cette base.

En résumé, l'acide quinique est un principe inoffensif et sans doute inactif dans le quinquina, comme l'acide méconique dans l'opium.

Dans une note adressée à l'Académie, le 11 décembre dernier, j'ai simplement énoncé ce fait : que le perchlorure de fer se réduisait au contact des matières albuminoïdes et de diverses substances organiques, et que cette réduction s'opérait dans l'organisme.

Depuis, j'ai continué mes recherches, et j'ai vu que les matières organiques les plus diverses, le bois, le papier, etc., ramènent le perchlorure de fer à l'état de proto-chlorure, et cela en présence de l'oxygène de l'air. Les matières animales produisent beaucoup plus facilement cette réduction.

Cette réduction du perchlorure de fer présente un intérêt pratique. Quand on ingère des eaux ferrugineuses contenant du sesquioxyde de fer, par exemple une eau où l'on a éteint un fer rouge, comme on le faisait dès l'antiquité la plus reculée pour guérir divers états morbides où le fer est aujourd'hui reconnu efficace, il se forme du perchlorure de fer dans l'estomac au contact de l'acide chlorhydrique du suc gastrique, puis ce sel se transforme en *protochlorure de fer*, substance qu'on a prise ainsi bien des siècles sans le savoir et qui est le médicament et l'aliment ferrugineux normal. La teinture de Bettuchef, qu'on employait autrefois, agissait d'une manière aujourd'hui expliquée.

— Sur l'éruption d'avril 1872, au Vésuve ; par M. Diego Franco. — Voici un sujet qui ne passionne plus aujourd'hui et qui arrive trop tard.

— Nouvel exemple du danger des masses métalliques en temps d'orage ; par M. W. de Fonvielle. — Le coup de foudre qui a frappé le bureau du service international à la gare du

Nord, le 18 juillet, à huit heures vingt-deux minutes du matin, ne pouvait être tombé sans quelque raison physique assignable sur un bâtiment très-peu élevé et paraissant devoir être protégé par le vaste édifice qui le précède dans la direction habituelle des orages. Aussi l'auteur n'a-t-il point été surpris de constater que, quelques jours avant l'accident, on avait remisé le long de la maison foudroyée une vingtaine de pièces de fer, pesant ensemble 20 ou 30 quintaux métriques.

L'auteur pense qu'il n'y a pas un seul coup de foudre reçu dans une grande ville qui n'eût pu être évité par une application intelligente des principes physiques invoqués par la commission des paratonnerres, dans son instruction de 1823.

— M. Élie de Beaumont fait remarquer, à cette occasion, que l'ancienne commission des paratonnerres ayant perdu successivement presque tous ses membres, il *serait opportun* de la reconstituer.

L'Académie décide qu'une nouvelle commission remplacera l'ancienne commission, aujourd'hui *enterrée*.

— Plusieurs ouvrages importants sont signalés par le Secrétaire perpétuel :

Une nouvelle traduction des *Principes de géologie*, de sir Ch. Lyell, faite sur la dernière édition anglaise ; par M. J. Ginestou, archiviste de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale. — Dire que cet ouvrage ne forme pas moins de deux énormes volumes in-8°, c'est dire que le traducteur est un travailleur de première force et que la Société d'encouragement doit s'appliquer à conserver et encourager celui qui joint à une science profonde un travail aussi obstiné. Rédiger 1,800 pages de géologie par ces chaleurs ! Ouf ! quel courage.

— L'abbé Moigno a aussi *glissé* sur le bureau de l'Académie de nouveaux volumes qu'il continue d'appeler SES actualités scientifiques. Mais, à l'encontre de Pierre Petit, on sait que l'abbé Moigno n'opère pas lui-même. — L'auteur est toujours un savant anglais ou allemand, et le traducteur un pauvre diable qui pioche, sous la direction de l'abbé, à l'heure ou à la page. Prière à l'abbé de *glisser* aussi la facture de la modiste dans une paire de gants.

— M. Henri Baillière, le fils aîné de J.-B. Baillière, qui, à ses qualités d'éditeur instruit, joint un goût artistique des plus fins, dépose aussi sur le bureau un délicieux volume où il apprécie avec beaucoup d'art et de sentiment le talent d'Henri Regnault, le grand peintre que Buzenval nous a ravi. Ce livre est tout à la fois une biographie de l'artiste et une étude sérieuse du talent du jeune peintre.

En écrivant ce livre, M. H. Baillière a bien mérité de la famille, si malheureuse de la perte d'un tel homme, et des artistes, qu'il honore dans une de ses plus dignes victimes.

Séance du 29 juillet. — Sur la répartition du fer dans les matériaux du corps; par M. Boussingault. — Je me suis proposé de rechercher comment le fer est réparti dans les trois principes essentiels du sang rouge : la fibrine, la matière des globules, l'albumine.

Le sang provenait d'une vache demi-grasse.

Dans 100 de matières sèches :

	Substances minérales.	Fer exprimé en métal.
Fibrine	2gr.151	6gr.0466
Globules	1gr.325	0gr.3500
Albumine	8gr.715	0gr.0863

Ainsi, dans les globules, on a dosé sept fois autant de fer que dans la fibrine; quatre fois autant que dans l'albumine.

Le fer, calculé d'après sa répartition dans la fibrine, l'albumine et les globules, s'accorde avec le fer dosé dans le sang.

La forte proportion de fer dans les globules tient à la présence de la matière colorante.

De l'hématosine, préparée par MM. Tabourin et Lemaire, professeurs à l'École vétérinaire de Lyon, a donné sèche pour 100 : cendres rouges, 10.750, dans lesquelles on a dosé : fer, 6.330, équivalant à 9.043 de sesquioxyde. Il reste 1.707 de substances minérales formées d'acide phosphorique et de chaux.

— Sur un nouveau théorème de mécanique générale; par M. Yvon Villarceau.

— Examen des météorites d'Ovifak (Groënland), au point de vue du carbone et des sels solubles qu'ils renferment; par M. Daubrée.

— Suite du mémoire de M. Cayley.

L'Académie procède à la formation d'une liste de deux candidats, qui doit être présentée à M. le Ministre, pour la place laissée vacante au Bureau des longitudes par le décès de M. Laugier.

Au premier tour de scrutin, destiné à choisir le premier candidat, le nombre des votants étant de 49,

M. Læwy obtient................	27 suffrages.
M. Wolf.....	21 »

Il y a un billet blanc. Celui d'un membre qui ne sait pas écrire.

Au second tour de scrutin, destiné à choisir le second candidat, le nombre de votants étant encore de 49,

M. Wolf obtient.................	39 suffrages.
M. Tisserand....................	10 »

En conséquence, la liste, qui sera adressée à M. le Ministre, comprendra : en première ligne, M. Læwy; en seconde ligne, M. Wolf.

— Résultats de l'observation des derniers orages; par M. W. de Fonvielle. — L'auteur pense que la chute de la foudre ne dépend pas seulement de la forme des nuages, de la direction du vent et de l'état hygrométrique de l'air; elle tient encore à toutes les attractions exercées par les objets impressionnables qui recouvrent le pays soumis à l'influence orageuse. La masse des objets de fer, leur forme, leur répartition, leur altitude, entrent en ligne de compte, ainsi que les communications plus ou moins largement assurées avec le réservoir commun.

— M. Bouvet soumet au jugement de l'Académie une note relative à la « caléfaction des gaz. »

— Théorie du duplicateur de Nicholson; par M. Volpicelli.

— Sur la quantité de magnétisme des électro-aimants; par M. J.-A. Cazin.

— Sur la constitution des sels acides en dissolution; par M. Berthelot.

— Sur les carbures pyrogénés de Péchelbronn (Bas-Rhin); par M. J.-A. Lebel (suite).

— Étude des dégagements gazeux de Santorin pendant la fin de l'éruption de 1866; par M. Gorceix.

— Chute d'un aérolithe dans la commune de Lancé; par M. de Tastes.

— Sur la fabrication des matières colorantes dérivées de l'aniline. Note de MM. Ch. Girard et G. de Laire, en réponse à une communication récente de M. Lauth. — Dans une note insérée aux *Comptes-rendus* de l'Académie, le 8 juillet, M. Lauth nous reproche d'avoir qualifié de méthode nouvelle le procédé qui consiste à oxyder les monamines secondaires aromatiques ou aromatiques et alcooliques, pour obtenir directement les triamines colorantes substituées. Pour motiver ce reproche, M. Lauth rappelle que, dès 1861, il avait publié le fait de la production d'une matière colorante violette par l'oxydation de la méthyl-aniline.

Nous sommes bien éloignés de vouloir contester ou diminuer en rien les travaux de M. Lauth, au mérite et à l'utilité desquels nous rendons justice autant que personne; mais qu'il nous soit permis de dire que, dans le mémoire qu'il a cité, il s'est borné à l'observation d'un fait particulier, qu'il déclare sans importance industrielle, et qu'il n'en a point tiré de conséquences générales, ni cherché à en déduire une méthode pour la production des triamines colorantes substituées.

C'est, au contraire, ce que nous nous sommes attachés à faire, et ce à quoi nous sommes parvenus, croyons-nous : 1° en donnant une méthode simple et générale pour la production des monamines secondaires; 2° en constatant la généralité du fait de leur transformation en triamines colorantes substituées par élimination d'hydrogène.

Mais il est bien évident que nous n'avons nullement la prétention de nier l'importance des faits particuliers, antérieurement ou même postérieurement acquis sur ce sujet. Nous savons, au contraire, rendre la justice aux recherches des observateurs qui nous ont pré-

cédés, comme MM. G. Williams, Lauth, Hofmann, et à celles de ceux qui nous ont suivis, comme MM. Bardy et Poirrier, dont le mérite est incontestable (1).

M. Lauth nous reproche également d'avoir exagéré les dangers de la fabrication de la rosaniline par l'acide arsénique. Nous croyons n'avoir rien exagéré, et, pour le prouver, il nous suffira de rappeler, entre autres procès occasionnés par l'empoisonnement arsenical du sel ou des eaux, ceux qu'ont eus à Bâle et à Zurich MM. Muller, Gagy et Poirrier, dont l'habileté comme fabricants est reconnue.

RAPPORT

SUR

L'HUILE DE PÉTROLE, SES AVANTAGES ET SES INCONVÉNIENTS,

CONSIDÉRÉS

AU POINT DE VUE SPÉCIAL DE PRÉVENIR LES DANGERS QU'ENTRAINE LE COMMERCE DU KÉROSÈNE ET DU NAPHTE.

Par C.-F. CHANDLER, PH. D.

(Ce rapport, fait au Conseil d'hygiène de la ville de New-York, est le résultat de l'enquête spéciale qu'il avait ordonnée sur cette industrie.)

Quoique le pétrole ait été connu de temps immémorial et qu'on en ait recueilli, depuis des siècles, des quantités considérables dans diverses parties du monde, ce n'est qu'en 1859, époque à laquelle les entrepreneurs américains réussirent à recueillir, par le forage de puits artésiens, l'huile minérale, située dans les couches rocheuses inférieures, que cette huile d'éclairage à bon marché et donnant une si belle lumière est devenue un article important de commerce.

Antérieurement, l'introduction d'une huile ayant une grande analogie avec le pétrole par sa composition, mais que l'on obtenait par la distillation destructive de diverses substances bitumineuses, telles que les *cannel coals*, les asphaltes et les schistes, a ouvert la voie au pétrole qui s'est rapidement substitué aux huiles artificielles, à cause de son bon marché et de sa plus grande pureté. En Amérique, au moins, la fabrication des huiles de houille et de schiste est un fait d'une date ancienne.

Il est impossible de remonter au temps où fut découvert le pétrole ; sa présence en quantités abondantes, sous forme de sources d'huile, dans un grand nombre de localités, prouve évidemment qu'il a toujours été connu, et qu'il l'est certainement depuis plus de quatre mille ans.

Les ruines de Ninive et de Babylone nous fournissent la preuve la plus ancienne de l'usage du pétrole. On employa dans la construction de ces deux villes un mortier asphaltique (*chaux* du Vieux Testament), dont l'asphalte était du pétrole en partie évaporé. Celui dont on se servit à Babylone provenait des sources de l'Is, sur l'Euphrate, qui, après avoir attiré, à une date plus récente, l'attention d'Alexandre, de Trajan et de Julien, fournissent encore aujourd'hui de l'huile aux villages environnants.

Hérodote, cinq cents ans avant Jésus-Christ, mentionnait les puits d'huile de Zante ; et

---

(1) MM. A.-W. HOFFMANN,	1850,	*Annales de chimie et de pharmacie.*
GREVILLE WILLIAMS,	30 avril 1859,	*Patente anglaise* n° 1090.
LAUTH,	1861.	*Répertoire de chimie.*
GIRARD et G. DE LAIRE,	mars 1866,	*Brevet.*
BARDY et POIRRIER.	juin 1866,	*Id.*
LAUTH,	décembre 1866,	*Id.*

Pline ainsi que Dioscoride décrivait l'huile d'Agrigente que l'on brûlait dans des lampes, sous le nom d'*huile sicilienne*.

Dans l'une des îles Ioniennes se trouve une source qui fournit du pétrole depuis plus de deux mille ans.

Les puits d'Amiano, sur les bords de la rivière Taro, servaient autrefois pour l'éclairage de la ville de Gênes.

En Perse, près de la Mer Caspienne, à Bakou, de nombreuses sources de pétrole ont été signalées depuis les temps les plus reculés.

Les sources de Rangoon, sur l'Irawaldi, ont été exploitées depuis des siècles ; et, avant l'introduction générale du pétrole chez les nations civilisées, les puits de ce district donnaient, dit-on, 400,000 barils (371 à 395 litres chacun) d'huile par an.

On suppose que les feux perpétuels qui brûlaient dans les sanctuaires de Pagan étaient alimentés par des sources de pétrole que l'on avait enflammées à la surface.

Les Indiens d'Amérique recueillaient le pétrole, qu'ils vendaient pour divers usages, sous le nom d'huile *Seneca*, et l'on pense aujourd'hui qu'avant les Indiens les peuplades qui exploitaient les dépôts cuivreux du Lac Supérieur et les minerais de plomb de Lexyngton (Kentucky), et qui élevèrent des constructions en terre dans les États occidentaux, creusèrent aussi un grand nombre de puits dans la Pensylvanie, l'Ohio et le Canada, pour recueillir l'huile qui venait s'y accumuler. Ces puits, qui paraissent remonter à cinq cents ou mille ans, sont aujourd'hui reconnaissables aux arbres qui poussent actuellement sur la terre rejetée sur les bords de l'excavation, ou qui se trouvent végéter dans le puits lui-même. A Titusville, l'un de ces puits, après avoir été débarrassé de ses décombres, mesurait 8 mètres 10 centimètres de profondeur et 1 mètre 50 à 1 mètre 80 centimètres de diamètre ; il était nivelé avec des pièces de bois jusqu'au sommet. Dans un autre, on trouva un arbre encore debout et couvert d'entailles, qui avait certainement servi d'échelle.

En 1819, on obtint par hasard de l'huile en creusant deux puits à sel, sur les bords de la rivière Muskingum (Ohio). On chercha à utiliser cette huile dans les ateliers du voisinage, mais elle parut inférieure aux huiles animales et végétales en usage, parce que les lampes dans lesquelles on doit la brûler n'étaient pas encore inventées. La rencontre de cette huile était donc considérée comme un accident déplorable, parce qu'elle venait à l'encontre de la bonne fabrication du sel.

En 1829, on rencontra une source de pétrole à Burkenville (Kentucky), et pendant deux ou trois semaines l'huile coula sur les eaux du Cumberland. Son inflammation donna lieu à une panique générale parmi les habitants des villes et des villages qui se trouvaient plus bas, sur les bords de la rivière.

En 1836, on recueillait annuellement de 50 à 100 barils de pétrole dans la vallée de Kanawha, et on le vendait comme médicament.

Ce n'est donc qu'après que l'huile de houille et de schiste eut été introduite avec succès, et que l'on eut inventé des lampes spéciales pour brûler ces matières, que l'attention se porta sur les sources de pétrole, comme pouvant fournir une huile d'éclairage à meilleur marché et plus avantageuse.

Du jour où Hancock et Porlock fabriquèrent, en 1869, de la poix, du goudron et des huiles avec une sorte de roche, plusieurs personnes expérimentées se livrèrent à des recherches sur les huiles de houille et de schiste.

Selligue, en France, fut le premier qui fabriqua de l'huile de schiste sur une grande échelle et l'introduisit dans l'éclairage. Dès 1834, il commençait ses expériences et élevait trois usines ; il fabriqua, dans les six années qui s'écoulèrent entre 1838 et 1843, environ quinze mille barils (chacun de 160 litres) d'huile de sciste, et cette industrie, pourtant, n'eut pas beaucoup d'extension.

En 1846, Abraham Gesner fit de l'huile de houille dans l'île du Prince-Édouard, et obtint des patentes qui furent vendues à la New-York Kerasène Company.

En 1850, James Young, de Glascow (Écosse), introduisit les huiles de paraffine, extraites du cannel-coal.

Cette industrie fut très-profitable et s'étendit rapidement. Elle fut introduite en Allemagne où l'on employa comme matière première le boghead-coal d'Écosse ou les schistes bitumineux qui se trouvaient en abondance dans le pays.

Aux États-Unis, dès 1850, Luther Atwood fit des expériences sur cette classe d'huiles et réussit à les perfectionner en fabriquant avec le coal-tar son *coup oil* (huile du coup d'État, ainsi appelée parce qu'elle fut découverte quelques mois après le coup d'État de L. Napoléon en France). Cette huile fut fabriquée comme matière lubrifiante, en quantités considérables, par Samuel Downer, de Boston.

En 1855 ou 1856, on fit de l'huile avec le breckenridge-coal de Kentucky.

La poix de La Trinité, les chapopoti de Cuba, le goudron (candle-tar) et diverses matières furent utilisés pour faire de l'huile ; mais on trouva plus économique d'importer le boghead-coal de l'Écosse que d'employer les matières moins chères, mais plus pauvres, que l'on rencontrait dans le pays. On fit seulement une exception en faveur de l'albertite de la Nouvelle-Ecosse qui fournissait de plus grandes quantités d'huile que toute autre substance, et dont l'exploitation devint le monopole d'une seule Compagnie.

Cette industrie s'étendit rapidement, et, le 1[er] janvier 1860, on comptait sur les bords de l'Atlantique quarante fabriques d'huile de houille, qui toutes employaient le boghead-coal d'Écosse, à l'exception de deux qui opéraient avec l'albertite. La production totale des usines s'élevait à 500 barils par jour, ou à 200,000 barils par année.

Mais cette nouvelle industrie était condamnée à vivre peu de temps, car les puits de Pensylvanie, qui donnaient, en 1860, 500,000 barils de pétrole, en produisirent 2,000,000 en 1861 et 3,000,000 pendant l'année 1862. Non-seulement les fabriques d'huile de houille se convertirent aussitôt en raffineries de pétrole, mais de nouveaux établissements de ce genre s'élevèrent dans toute la contrée.

En 1854, La Pensylvania Rock Oil Company s'était déjà formée, dans le but de recueillir l'huile minérale ; mais le procédé qui consistait à la puiser dans des puits de surface avec des récipients, pour l'emmagasiner dans des réservoirs, fut jugé trop dispendieux pour pouvoir lutter avec la fabrication de l'huile de houille (1).

C'est en 1858 que le colonel G.-L. Drake, directeur de la Compagnie, entreprit de forer un puits artésien à huile, au grand divertissement de ses voisins et amis qui taxaient son projet d'inconcevable absurdité. Mais lorsque, le 26 août 1859, il rencontra la nappe d'huile à une profondeur de 22 mètres 85 centimètres, et obtint plus de 1,200 litres de pétrole par jour, qui se vendirent 0.55 le gallon (3 litres), tous les esprits furent vivement excités : chacun de quitter sa demeure et d'accourir dans la région de l'huile; on vit surgir une forêt d'appareils à forage, chèvres, etc., dans la vallée, et l'on creusa un grand nombre de puits. Il en fut de même dans la Virginie occidentale, l'Ohio, etc.

Jamais exploitation de mines ne donna lieu à des fortunes aussi rapides. Un puits revenant à quelques 1,000 dollars pouvait fournir, s'il était fécond, de 100 à 2,000 barils d'huile par jour, sans aucun frais de travail à la pompe.

Le puits Noble donna, dans un peu plus d'un an, 500,000 barils d'huile, et le puits Sherman en produisit 450,000 barils dans l'espace d'environ deux ans.

Les pauvres fermiers d'Oil-Creek, qui avaient peine, auparavant, à réaliser quelques dollars par acre (4046.71 mètres carrés), se trouvèrent arrivés subitement à la fortune. De simples fermes rapportèrent à leurs propriétaires de 500,000 à 1,000,000 de dollars, avec un droit en plus sur les puits, dans certains cas. Un individu reçut 3,000 dollars de redevance par jour pour les puits qui se trouvaient sur sa propriété, et amassa ainsi une fortune de 600,000 dollars qu'il eut bientôt gaspillée.

Sans entrer dans de plus grands détails, je donnerai les quantités d'huile qui ont été annuellement produites par ces puits.

---

(1) Voir le rapport remarquable du professeur Silliman junior sur le pétrole de Venango County, fait en avril 1855 et publié pour la première fois, en France, dans ce journal, numéro de juin 1872.

PRODUCTION ANNUELLE DU PÉTROLE AUX ÉTATS-UNIS.

Dates.	Barils.
1859	82,000
1860	500,000
1861	2,113,600
1862	3,056,606
863	2,611,359
864	2,116,182
1865	3,497,712
1866	3,597,527
1867	3,347,306
1868	3,715,741
1869	4,717,000
1870	6,500,000
1871	6,600,000
	42,455,033

5,700,000 barils de l'huile produite en 1871 provenaient de la Pensylvanie, où l'on comptait environ 3,000 puits. Une grande portion de ce pétrole (4,800,000 barils, en 1870) fut exportée en Europe, en Australie, en Asie et en Afrique.

C'est ainsi que, dans l'espace de douze ans, à partir du jour où le colonel Drake réussit à forer le premier puits à huile, à Oil-Creek, s'est développée cette industrie, d'une importance capitale, qui exerce son influence jusque dans les parties les plus reculées du globe. Elle occupe des milliers d'hommes, nécessite la construction de voies ferrées, frète des navires, et fournit de la lumière à la moitié des populations du monde civilisé. Il y a douze ans, le mot pétrole ou kérosène (1) n'était connu que des étudiants ou des hommes de science il est usité aujourd'hui dans tous les journaux, dans les catalogues de marchandises, dans les prix-courants, et trop souvent aussi dans les récits des accidents et des morts.

Il est donc évident que l'élaboration de lois pour réglementer une branche aussi importante d'industrie, demande une étude très-approfondie de toutes les conditions commerciales de ce produit, et c'est ce qui me justifie d'avoir donné autant d'étendue à cette esquisse historique et statistique (2).

COMPOSITION DU PÉTROLE.

Le *pétrole brut,* tel qu'il sort des puits de Pensylvanie, consiste généralement en un liquide brun verdâtre foncé, d'une odeur un peu forte, et d'un poids spécifique ou densité variant de 0.820 à 0.872, ou de 40° Baumé à 48° B. C'est un mélange d'un grand nombre d'hydrocarbures, composés de carbone et d'hydrogène, et dans lequel ces deux éléments entrent, en moyenne, dans la proportion suivante :

Carbone	85
Hydrogène	15
	100

(1) Le mot *kérosène* fut d'abord employé comme marque de fabriqve par une seule Compagnie d'huile, et il est aujourd'hui devenu synonyme de pétrole raffiné. Il est bien entendu que cette désignation ne doit s'appliquer qu'à l'huile raffinée de 42 à 48° B.

(2) Des huiles différentes de celles que l'on obtient si abondamment à Oil Creek proviennent, en quantités plus limitées, de diverses localités dont nous donnons ici le tableau.

Localités.	Poids spécifique. - Baumé.	Couleur.
Oil Creek (Pennsylvanie)	43° à 47°	Brun verdâtre.
Pit Hole Creek (Pennsylvanie)	49° à 57°	*Idem.*
Alleghany River	34° à 39°	*Idem.*
French Creek	28° à 31°	*Idem.*
Burning Spring (Virginie occidentale)	42° à 43°	*Idem.*
Enniskillen (Canada)	42° à 43°	Brun noirâtre.
Mecca (Ohio)	26° à 28°	Jaune.
Amiano (Italie)	25° à 50°	Du rouge au jaune paille.

Ces hydrocarbures diffèrent les uns des autres sous le rapport de la volatilité. Les uns possèdent cette propriété à un tel degré qu'ils s'évaporent rapidement aux températures ordinaires, et qu'il est très-dangereux de s'approcher avec une flamme d'un récipient ouvert contenant du pétrole ; d'autres sont beaucoup moins volatiles et demandent, pour se vaporiser, une température de 370 à 420° C.

La volatilité de ces composés hydrocarburés est intimement liée à leur poids spécifique ou densité, de sorte que les huiles plus légères sont les plus volatiles, tandis que les plus lourdes ont des points d'ébullition plus élevés.

L'inflammabilité des huiles est aussi en raison de leur volatilité et de leur poids spécifique. Les huiles légères volatiles prennent feu à l'approche d'une allumette enflammée, pour si basse que soit leur température ; tandis que les huiles lourdes, moins volatiles, ne peuvent être enflammées qu'après avoir été chauffées au-dessus de la température ordinaire de l'air.

Les huiles légères qui entrent dans la composition du pétrole apppartiennent, pour la plupárt, au groupe d'hydrocarbures connus sous le nom d'hydrures des radicaux alcooliques ; les huiles lourdes paraissent se rattacher à la classe des oléfiants ou série éthylène. Aucun de ces groupes n'a été encore complétement étudié, et la constitution exacte des parties plus lourdes du pétrole reste à déterminer.

Tableau Ier. — Il montre la composition, les points d'ébullition et les densités des membres du premier groupe, ou série du gaz de marais.

Tableau II. — Il montre la composition, les points d'ébullition, et les densités des membres de la série éthylène, ou des oléfiants.

Les membres inférieurs de chaque série, placés en tête, sont des gaz aux températures ordinaires ; les membres intermédiaires sont des liquides, et les membres les plus élevés des solides.

Tableau Ier. — Hydrures des radicaux alcooliques ou série des hydrocarbures du gaz de marais (1).

NOMS.	Formules.	Carbone.	Hydrogène.	Points d'ébullition.	Pesanteur spécifique.	Densité Baumé.
Gaz de marais	C^2H^4	75.00	25.00	A. Gaz.	.....	.....
Hydrure d'éthyle	C^4H^6	80.00	20.00	A. Gaz.	.....	.....
Hydrure de propyle	C^6H^8	81.81	18.19	A. Gaz.	.....	.....
Hydrure de butyle	C^8H^{10}	82.80	17.20	0° C.	0.600	106°
Hydrure d'amyle	$C^{10}H^{12}$	83.33	16.67	42°.22	0.640	91°
Hydrure d'hexyle	$C^{12}H^{14}$	83.72	16.28	63°.33	0 676	79°
Hydrure d'heptyle	$C^{14}H^{16}$	84.00	16.00	90°.55	0.718	67°
Hydrure d'octyle	$C^{16}H^{18}$	84.21	15.79	119°.44	0.737	61°
Hydrure de nonyle	$C^{18}H^{20}$	84.38	15.62	150°.55	0.756	56°
Hydrure de décyle	$C^{20}H^{22}$	84.51	15.49	160°.55	0.757	56°.5
Hydrure d'undécyle	$C^{22}H^{24}$	84.61	15.39	182°.22	0.765	54°.5
Hydrure de duodécyle	$C^{24}H^{26}$	84.70	15.30	197°.66	0.776	52°
Hydrure de tridécyle	$C^{26}H^{28}$	84.78	15.22	216°.66	0.792	48°
Aydrure de tétradécyle	$C^{28}H^{30}$	84.85	15.15	237°.77	.....	.....
Hydrule de pentadécyle	$C^{30}H^{32}$	84.90	15.10	257°.77	.....	.....
....	$C^{36}H^{38}$	85.04	14.96	....	.....	.....
....	$C^{40}H^{42}$	85.11	14.89	....	.....	.....
....	$C^{46}H^{48}$	85.18	14.82	....	.....	.....
....	$C^{50}H^{52}$	85.23	14.77	....	.....	.....
Paraffine	$C^{54}H^{56}$	85.26	14.74	Solide.	.....	31°.5
Paraffine	$C^{60}H^{62}$	85.31	14.69	370° C.	.....	.....

(1) C.-M. Warren a découvert une seconde série de gaz de marais, le groupe Naphte *Béla*, qui diffère de l'autre par ses densités et par ses points d'ébullition plus élevés. Suivant cet auteur, la série du gaz de marais finit avec $C^{18}H^{20}$, les composés plus élevés appartenant à la série éthylène.

Tableau II. — Les oléfiants ou série éthylène d'hydrocarbures.

Composition : Carbone, 85.71 pour 100 ; Hydrogène, 14.29 pour 100.

NOMS.	Formules.	Points d'ébullition.	Pesanteur spécifique,	Densité Baumé.
Éthylène	C^4H^4	Gaz.	.....	.....
Propylène	C^6H^6	— 17°.77 C.	.....	.....
Butylène	C^8H^8	+ 3°	.....	.....
Amylène	$C^{10}H^{10}$	35°	.....	.....
Hexylène	$C^{12}H^{12}$	68°.88	.....	.....
Heptylène	$C^{14}H^{14}$	95°.00	.....	.....
Octylène	$C^{16}H^{16}$	115°.55	.....	.....
Nonylène	$C^{18}H^{18}$	140°.00	.....	.....
Décylène	$C^{20}H^{20}$	172°.77	.....	.....
Undécylène	$C^{22}H^{22}$	195°.55	0.782	50°
Duodécylène	$C^{24}H^{24}$	216°.11		
Décatrylène	$C^{26}H^{26}$	235°.00	0.791	48°
Cetène	$C^{32}H^{32}$	275°.00		
....	$C^{40}H^{40}$	....		
Cerotène	$C^{54}H^{54}$	....	Solide.	Solide.
Melène	$C^{60}H^{60}$	375°.00	Solide.	Solide.

Nota. — Le *Titusville Daily Courrier* donne sur la production du pétrole les renseignements suivants, qui nous paraissent très-remarquables. Le débit moyen des 3,724 puits qui se trouvent dans la région à huile de la Pensylvanie a été de 4.44 barils par jour, pendant le mois de décembre 1871. Dans le courant de cette année, 574 puits ont été abandonnés, et on en a creusé 1,465 nouveaux. A la fin de 1871, on comptait 3,775 puits en œuvre ; et le nombre moyen de ceux qui ont été exploités pendant cette année a été de 3,275. La durée moyenne du rendement d'un puits est de trente-quatre mois.

La surface d'un rectangle qui embrasserait tout le territoire de la région à huile de Pensylvanie, exploitée jusqu'à ce jour, mesure environ 2,000 milles carrés (5,160 kilomètres carrés), mais le nombre total d'acres ($0^h.404671$) qui aient produit du pétrole jusqu'à présent ne s'élève pas au-dessus de 6,[illegible]00 acres, égal à 10 milles carrés ($25^k.80$ carrés), ou la deux centième partie de ce que l'on regarde comme la région à huile.

Cette région a produit, en 1871, environ 5 millions trois quarts de barils d'huile de 42 gallons chacun (160 litres), quantité suffisante pour remplir un réservoir dont les trois dimensions, longueur, largeur, profondeur, seraient respectivement de $96^m.3$, et l'on peut ajouter, pour rassurer les personnes qui ont une secrète frayeur que la surface de la contrée ne s'affaisse pour combler l'espace laissé vide par le pétrole, que cette même quantité d'huile ne formerait, sur les 10 milles carrés d'où elle sort, qu'une couche de moins de $0^m.038$ d'épaisseur, qui suffirait cependant à charger 69,060 wagons, dont le convoi se développerait sur une longueur de 392 milles (156 lieues).

La quantité totale d'huile qu'avait fournie cette région avant le 1er janvier 1872 était de 39,250,000 barils, quantité suffisante pour former sur les 10 milles carrés ($25^k.40$ carrés) une couche de moins de $0^m.25$ d'épaisseur. Elle aurait pu charger 471,000 wagons, formant un train de 3,000 milles carrés (1,206 lieues) de longueur.

(*La suite prochainement.*)

SUR L'ANTHRACÈNE ET SES DÉRIVÉS.

Par M. Émile Kopp (1).

PROPRIÉTÉS DE L'ALIZARINE.

L'alizarine, tant naturelle qu'artificielle, cristallise très-facilement soit par voie humide, soit par sublimation.

Par cristallisation dans l'éther un peu aqueux, on obtient une alizarine hydratée $C^{14}H^8O^4 + 3H^2O$, renfermant 18.3 pour 100 d'eau de cristallisation, en plaques ou écailles d'un jaune d'or assez semblables à l'or massif.

---

(1) Voir *Moniteur scientifique*, 15 août 1870, août et octobre 1871, janvier, mars et avril 1872.

Par sublimation, par cristallisation dans l'alcool, la benzine, l'essence de goudron, le pétrole et même dans l'eau surchauffée, l'alizarine cristallise anhydre, sous forme d'aiguilles prismatiques, terminées par des biseaux aigus d'une couleur rouge orangé, tirant plus ou moins sur le jaune, suivant leur grosseur et les conditions dans lesquelles la cristallisation s'est effectuée. Ainsi, par exemple, l'alizarine cristallisée par refroidissement de sa solution acétique bouillante est jaune.

L'alizarine hydratée perd son eau à 100 degrés; elle fond vers 215 degrés et se sublime entre 215 et 240 degrés. Elle peut toutefois se volatiliser très-lentement déjà à 100 degrés, surtout dans un courant d'air ou de vapeur.

Le papier dans lequel on dessèche l'alizarine à 100 degrés se colore légèrement en rose.

L'alizarine est presque insoluble dans l'eau froide.

D'après MM. Schützenberger et Mathieu Plessy, 100 centimètres cubes d'eau dissolvent :

A 100 degrés.........	$0^{gr}.031$	d'alizarine.
A 150 —	$0^{gr}.035$	—
A 200 —	$0^{gr}.820$	—
A 225 —	$1^{gr}.700$	—
A 250 —	$3^{gr}.160$	—

L'alcool froid ne dissout que peu d'alizarine; les solutions alcooliques bouillantes sont jaunes et laissent déposer par refroissement des aiguilles d'alizarine anhydre. L'alizarine est peu soluble dans le sulfure de carbone, mais elle se dissout facilement, surtout à chaud, dans les hydrocarbures, et en quantité d'autant plus considérable que ceux-ci ont un point d'ébullition plus élevé.

Une solution aqueuse d'alcali caustique enlève par l'agitation toute l'alizarine aux solutions hydrocarburées. M. E. Kopp a tiré parti de cette circonstance par l'extraction industrielle de l'alizarine jaune.

L'alizarine se dissout également à chaud en quantité notable dans l'esprit de bois, l'acétone, la glycérine, les acides acétique anhydre et monohydraté.

Les acides hydrochlorique, sulfurique, phosphorique, etc., étendus, n'altèrent pas l'alizarine même à l'ébullition et ne la dissolvent qu'en minime proportion.

L'acide sulfurique concentré, de 66° Baumé, dissout l'alizarine avec une couleur rouge brun ; la solution supporte 150 et même 200 degrés sans altération ; l'addition d'eau reprécipite l'alizarine en flocons jaune orangé.

Une solution d'alun ou de sulfate d'alumine bouillante ne dissout l'alizarine qu'en faible quantité ; par le refroidissement, presque tout se précipite de nouveau en flocons orangés.

L'acide nitrique attaque énergiquement l'alizarine avec dégagement de vapeurs nitreuses. Il se produit de l'acide phtalique et de l'acide oxalique :

$$\underbrace{C^{14}H^8O^4}_{\text{Alizarine.}} + 2H^2O + O^{10} = \underbrace{C^8H^6O^4}_{\text{Acide phtalique.}} + \underbrace{3(C^2H^2O^4)}_{\text{Acide oxalique.}}$$

Une oxydation semblable s'opère, suivant M. Schunck, en faisant bouillir l'alizarine avec des sels ferriques (chlorure ou nitrate.)

En traitant l'alizarine par l'acide nitrique fumant, le plus concentré possible, l'on obtient, d'après M. Strecker, un produit nitré jaune, d'apparence cristalline. Ce composé est soluble dans l'eau chaude, mais très-peu stable; soumis à l'ébullition avec l'eau, il dégage du deutoxyde d'azote et il se forme un dépôt de *nitroxyalizarine*, à laquelle il faut appliquer la formule $C^{14}H^7(NO^2)O^5$.

La nitroxyalizarine devrait donc être identique ou du moins isomère avec la *mononitropurpurine,* dérivée de la purpurine $C^{14}H^8O^5$, par substitution de NO^2 à H.

En effet, d'après M. Strecker, la purpurine se comporte avec l'acide nitrique fumant comme l'alizarine ; il devrait donc se former d'abord la mononitropurpurine, puis la nitroxypurpurine $C^{14}H^7(NO^2)O^6$.

Ces réactions demandent cependant à être confirmées et éclaircies par de nouvelles recherches.

Quoi qu'il en soit, la nitroxyalizarine $C^{14}H^7(NO^2)O^5$ se présente sous forme d'une poudre

rouge, cristalline, peu soluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et l'éther. Elle se dissout dans les alcalis caustiques avec une couleur rouge groseille et dans une solution bouillante d'alun avec une teinte rouge clair.

Le composé potassique $C^{14}H^{5}K^{2}(NO^{2})O^{5}$ se précipite sous forme de flocons rouge brun, lorsqu'on traite une solution alcoolique de nitroxyalizarine par la potasse caustique alcoolique.

L'alizarine chauffée au rouge avec la poudre de zinc (mélange de zinc métallique et d'oxyde de zinc hydraté), dont il faut employer environ 40 à 50 fois le poids de l'alizarine, fournit de l'anthracène. On opère comme s'il s'agissait d'une analyse organique, en employant un tube de verre peu fusible et pas trop étroit; on y introduit d'abord le mélange d'alizarine avec le grand excès de poudre de zinc, puis on ajoute quelques centimètres de poudre de zinc pure; on frappe plusieurs fois le tube horizontalement sur la table pour établir une rigole vide, puis l'on chauffe graduellement au rouge sombre d'avant en arrière.

L'anthracène se condense dans la partie du tube non chauffée et exempte de mélange, qui doit avoir une longueur d'au moins 20 centimètres. 100 d'alizarine fournissent environ 30 d'anthracène.

L'hydrogène naissant décolore une solution alcoolique d'alizarine.

Une solution alcaline d'alizarine chauffée avec du protoxyde d'étain ou de l'aldéhyde perd sa belle teinte bleu violacé et passe au rouge orangé; l'addition d'acide chlorhydrique en précipite ensuite des flocons jaunes.

Les produits de cette réaction n'ont point encore été étudiés.

Une réduction semblable a lieu en traitant la solution alcaline d'alizarine par du zinc additionné d'un peu de fer, surtout en chauffant au bain-marie. Au bout de vingt-quatre heures, la liqueur devient jaune ou jaune orange, lorsqu'elle est très-concentrée. En précipitant ensuite par de l'acide sulfurique étendu, on obtient des flocons jaunes qui, après dessiccation, sont un peu brunâtres et se dissolvent en jaune dans l'alcool, l'éther, la benzine et l'eau bouillante.

Ces solutions ne s'altèrent pas au contact de l'air.

La matière sèche, chauffée avec précaution, se sublime en aiguilles brillantes de couleur jaune.

Sous l'influence des alcalis, la solution jaune orange repasse au contact de l'air à la teinte violacée; il paraît donc se reformer de l'alizarine par absorption de l'oxygène de l'air.

MM. Græbe et Liebermann, en traitant l'alizarine par l'acide sulfurique, ont constaté l'existence de l'*acide sulfalizarique* $C^{14}H^{8}O^{4},SO^{3} = C^{14}H^{7}O^{4},SO^{3}H$.

Pour préparer cet acide, l'on dissout l'alizarine dans de l'acide sulfurique concentré et l'on chauffe doucement et graduellement jusqu'à ce qu'en versant un peu de la solution dans beaucoup d'eau froide il ne se forme plus de précipité d'alizarine.

En étendant ensuite d'eau, l'on obtient une solution jaune, d'où les hydrates et carbonates de plomb, de chaux et de baryte précipitent l'acide sulfalizarique sous forme de laques insolubles d'un rouge violacé. Par cette raison, il ne faut ajouter à la solution aqueuse que la quantité d'eau de baryte strictement nécessaire pour précipiter l'acide sulfurique libre, en excès dans la liqueur, à l'état de sulfate barytique, tandis que l'acide sulfalizarique reste en solution.

Cet acide, saturé ensuite par la potasse, fournit le sulfalizarate potassique dont la solution aqueuse est rouge cerise.

En fondant ce sulfalizarate potassique avec de l'hydrate potassique, ce qu'il faut faire avec beaucoup de précaution pour éviter une décomposition complète, l'on obtient une masse violette qui, au lieu de purpurine, ne renferme que de l'alizarine.

Dans cette réaction, $SO^{3}H$ a donc été échangé contre H au lieu de l'être contre HO, comme on aurait pu s'y attendre.

Si l'échange s'était opéré contre HO, l'on aurait pu obtenir de la purpurine. En effet:

$$\underbrace{C^{14}H^{7}O^{4},SO^{3}H}_{\text{Acide sulfalizarique.}} + 2KHO = \underbrace{C^{14}H^{8}O^{5}}_{\text{Purpurine.}} + \underbrace{SO^{3}K^{2}}_{\text{Sulfite.}} + H^{2}O$$

mais la réaction a eu lieu en réalité d'après l'équation:

$$\underbrace{C^{14}H^7O^4,SO^3H}_{\text{Acide sulfalizarique.}} + 2KHO = \underbrace{C^{14}H^8O^4}_{\text{Alizarine.}} + \underbrace{SO^4K^2}_{\text{Sulfate.}} + H^2O$$

L'alizarine se comporte avec les bases comme un acide faible renfermant 2 atomes d'hydrogène susceptibles d'être remplacés par les métaux.

Les sels de potasse, de soude et d'ammoniaque sont seuls solubles ; les autres sels constituent des laques insolubles diversement colorées.

ALIZARATES ALCALINS.

L'alizarine se dissout dans les alcalis caustiques moyennement concentrés avec une magnifique coloration bleu violacé. Cette solution étendue d'eau vire d'autant plus au rouge qu'on ajoute davantage d'eau, mais sans jamais atteindre la teinte rouge fuchsine produite par la dissolution de la purpurine dans les mêmes solutions alcalines.

En abandonnant à l'air la solution bleu violacé, elle vire aussi graduellement au rouge par suite de l'absorption d'acide carbonique.

L'alizarine se dissout également dans les carbonates alcalins, mais avec une teinte rougeâtre ; elle est beaucoup moins soluble dans les bicarbonates alcalins. Aussi, en faisant passer un excès d'acide carbonique dans une solution assez concentrée d'alizarate de soude ou de potasse, parvient-on à précipiter la majeure partie de l'alizarine. C'est un très-bon procédé pour se procurer de l'alizarine pure, d'une solution alcaline faite avec une pâte d'alizarine impure.

Les alizarates alcalins sont très-solubles dans l'eau, moins solubles dans l'alcool, insolubles dans l'éther.

L'on obtient un alizarate de soude cristallisé en versant une solution chaude et saturée d'alizarine dans l'alcool un peu de soude caustique alcoolique, laissant refroidir jusqu'à 35 degrés et ajoutant ensuite de l'éther. L'alizarate sodique $C^{14}H^6Na^2O^4$ se dépose en fines aiguilles d'une couleur très-foncée, presque noires.

Les phosphates, pyrophosphates, arséniates, arsénites, borates, silicates, et, en général, tous les sels alcalins à réaction alcaline, dissolvent l'alizarine, surtout à chaud, avec une coloration rouge un peu violacée, en lui cédant une partie de leur base.

ALIZARATE D'AMMONIAQUE ET ALIZARAMIDE OU ALIZARÉINE.

L'ammoniaque caustique en solution aqueuse exerce sur l'alizarine une action remarquable. Au début, la solution est bleu violacé et précipite par les acides des flocons jaunes d'alizarine.

Mais si l'on conserve pendant quelques semaines la solution ammoniacale à l'abri de l'air, ou si on le chauffe en vase clos, à 100 degrés, pendant quelques heures, les acides en précipitent des flocons violet foncé renfermant les éléments de l'alizarine et de l'ammoniaque unis d'une manière stable.

L'*alizaramide* ou *alizaréine* $C^{14}H^8O^4,H^3N - H^2O = C^{14}H^9NO^3$ (formule qui correspond encore le mieux avec les nombres trouvés par M. Schützenberger) ainsi formée est violet rougeâtre, en pâte humide et presque noire à l'état sec. Elle est sensiblement soluble dans l'eau bouillante, soluble à froid dans l'alcool et l'éther, qu'elle colore en rouge violacé.

Par l'évaporation spontanée de sa solution alcoolique, elle se dépose sous forme de poudre cristalline. Chauffée, elle se décompose sans donner de sublimé. Elle teint la laine en lilas, sans mordant; le coton mordancé en alumine se colore en rouge violacé.

Alizarate de chaux $C^{14}H^6CaO^4 + H^2O$ à 100 degrés. — Par double décomposition d'un alizarate alcalin et de chlorure de calcium.

Précipité tout à fait insoluble, d'un pourpre violacé magnifique pendant qu'il est humide, devenant très-foncé, presque noir, par dessiccation.

Le sel sec, broyé dans le mortier d'agate, prend un reflet métallique jaunâtre.

L'affinité de l'alizarine pour la chaux est tellement grande, qu'une solution alcaline d'alizarine est complétement précipitée et décolorée par l'addition d'eau ou de lait de chaux.

Alizarate de baryte $C^{14}H^6BaO^4 + H^2O$ à 100 degrés.
$C^{14}H^6BaO^4$ à 120 degrés.

Les propriétés de l'alizarate de baryte sont tout à fait semblables à celles de l'alizarate de chaux.

Alizarate de plomb $C^{14}H^6PbO^4$. — Une solution alcoolique d'alizarine donne, avec une solution alcoolique d'acétate de plomb, un précipité rouge pourpre qui peu à peu passe au rouge foncé. Le précipité semblable s'obtient par double décomposition d'un alizarate alcalin avec l'acétate plombique en solutions aqueuses, mais alors la teinte est plutôt violacée.

Alizarate d'alumine. — La laque d'alumine, d'un beau rouge plus ou moins rosé, s'obtient soit en précipitant un alizarate alcalin par de l'alun ou même par de l'hydrate d'alumine, soit en agitant une solution alcoolique d'alizarine avec de l'alumine en gelée, soit en faisant bouillir de l'acétate ou du sulfacétate d'alumine (mordant rouge ordinaire) avec de l'alizarine en pâte très-liquide.

Les phosphate, arséniate, borate et silicate d'alumine absorbent également l'alizarine soit libre, soit combinée à un alcali, en produisant des laques d'une belle teinte rouge ou rose.

L'alizarate d'alumine n'est guère décomposé par ébullition avec des solutions de carbonates alcalins, ce qui constitue souvent un excellent moyen de purification de l'alizarine artificielle impure.

Presque tous les autres alizarates sont obtenus par double décomposition d'une solution un peu étendue d'alizarate sodique ou ammonique, saturée de matière colorante et récemment préparée avec le sel métallique soluble correspondant.

C'est ainsi qu'on obtient avec :

Chlorure de strontium........	Précipité violet, virant un peu au rougeâtre.
Sulfate de magnésie..........	Précipité d'un beau violet bleuâtre.
Sulfate de zinc................	Précipité violet foncé rougeâtre.
Chlorure de manganèse.......	Précipité violet rougeâtre.
Chlorure ferreux.............	Précipité violet noirâtre.
Chlorure ferrique............	Précipité brun noirâtre.
Chlorure de chrome..........	Précipité violet brunâtre.
Sulfate de cuivre.............	Précipité rouge violet brunâtre.
Sous-acétate de plomb........	Précipité violet un peu bleuâtre.
Nitrate mercureux...........	Précipité violet foncé noirâtre.
Chlorure mercurique.........	Précipité violet foncé.
Chlorure cuivreux ammoniacal.	Précipité violet rougeâtre.
Émétique.....................	Précipité violacé jaune rougeâtre.
Chlorure stanneux...........	Précipité violet rougeâtre.
Chlorure stannique...........	Précipité violet pur.

L'alizarine, comme l'a démontré M. Schützenberger, donne naissance à des dérivés éthyliques et benzoïques. La composition de ces dérivés démontre que 2 atomes d'hydrogène seuls existent dans l'alizarine à l'état d'hydroxyle HO.

Biéthylalizarine $C^{18}H^{16}O^4 = C^{14}H^6(C^2H^5)^2O^4 = C^{14}H^6O^2(OC^2H^5)^2$. — Ce composé s'obtient en chauffant l'alizarate de soude cristallisé en vase clos, à 120 degrés, avec un excès d'iodure d'éthyle ; il se forme de l'iodure de sodium et la biéthylalizarine, qui est d'un jaune clair, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool.

Bibenzoylalizarine $C^{28}H^{18}O^6 = C^{14}H^6(C^7H^6O)^2O^4 = C^{14}H^6O^2(OC^7H^6O)^2$. — Le chlorure de benzoyle réagit à 120 degrés sur l'alizarine avec dégagement d'acide chlorhydrique. La bibenzoylalizarine est jaune, insoluble dans l'eau, soluble et cristallisable dans l'alcool ; elle est insoluble à froid dans l'ammoniaque et les alcalis caustiques, mais saponifiable à 100 degrés, régénérant de l'alizarine et de l'acide benzoïque.

(*La suite à un prochain numéro.*)

Sur l'isopurpurine, produit extrait de l'alizarine artificielle de MM. Gessert frères (à Elberfeld).

On sait que, jusqu'à ce jour, il a été impossible de produire artificiellement la purpurine et la pseudo-purpurine; cependant, dans ces derniers temps, MM. Gessert frères ont introduit dans le commerce une alizarine artificielle, dite à nuance jaunâtre, qui produit, soit par teinture sur toile mordancée en alumine, soit par couleurs vapeurs, des teintes semblables à celles engendrées par la purpurine naturelle de la garance : aussi cette nouvelle matière colorante artificielle a-t-elle reçu le nom de purpurine artificielle. M. Auerbach, préparateur au laboratoire technique du Polytechnicum de Zurich, s'est occupé de l'examen chimique de ce produit intéressant.

Il se présente sous forme de pâte homogène un peu liquide, renfermant 15 pour 100 de matière sèche, et se dissolvant dans les alcalis caustiques dilués en donnant une solution d'une magnifique teinte rouge violacé.

Cette solution fut précipitée par une solution de chlorure de calcium; la laque calcaire fut recueillie sur un filtre et traitée par l'eau bouillante, tant que celle-ci se colorait encore en rouge.

Toutes les eaux de lavages réunies, ayant été saturées par de l'acide hydrochlorique pur, il se forme un abondant précipité floconneux de couleur jaune. Ce précipité, recueilli et lavé, fut de nouveau transformé, comme précédemment, en laque calcaire, et cette opération répétée plusieurs fois, pour être bien certain de s'être débarrassé de toute trace d'alizarine, qui, comme on sait, produit une laque calcaire très-peu soluble dans l'eau bouillante.

La matière colorante, précipitée en dernier lieu de sa solution calcaire par l'acide hydrochlorique, fut recueillie sur filtre, lavée à l'eau, séchée et recristallisée à plusieurs reprises dans l'alcool bouillant, dans lequel elle se dissout assez facilement.

A l'analyse élémentaire, elle donna, après dessiccation à 115 degrés, les résultats suivants :

	I.	II.	Alizarine.
Carbone............	70.42	70.76	70.00
Hydrogène..........	3.42	3.57	3.33
Oxygène............	26.16	25.67	26.67
	100.00	100.00	100.00

Cette substance se dissout dans la soude caustique avec une couleur orange.

Par sa composition, elle se rapproche le plus de l'alizarine, quoiqu'elle en diffère par ses propriétés. Ces dernières sont plutôt celles de l'acide anthraflavique de M. Perkin, que ce chimiste considère comme isomère avec l'alizarine. En effet, la matière analysée ne teint non plus le coton mordancé.

La seule différence à signaler avec l'acide anthraflavique, c'est que celui-ci, d'après M. Perkin, se dissout dans les alcalis caustiques avec une coloration jaune, tandis que la substance analysée par M. Auerbach s'y dissout avec une couleur orange très-franche.

La laque calcaire, insoluble dans l'eau, qu'on supposait être de l'alizarate de chaux, fut décomposée par l'acide chlorhydrique qui isola des flocons jaunes. Ceux-ci furent lavés à l'eau froide (il faut éviter l'emploi d'eau chaude, l'expérience ayant démontré que les flocons jaunes s'y dissolvaient assez facilement) jusqu'à disparition de toute trace de chlorure de calcium dans les eaux de lavages.

Les flocons sont alors dissous dans la soude caustique étendue et la solution précipitée par le chlorure de baryum. M. Auerbach, ayant essayé de laver la laque barytique avec de l'eau bouillante, observa que, contrairement à ce qui a lieu avec l'alizarate de baryte, qui est à peu près insoluble dans l'eau bouillante, la nouvelle laque barytique s'y dissolvait au contraire assez facilement.

Les lavages à l'eau bouillante furent alors continués jusqu'à ce que les eaux de lavages s'écoulèrent incolores. Il ne resta alors que fort peu de matière insoluble sur le filtre.

Les liqueurs de lavage réunies furent décomposées par l'acide hydrochlorique en excès, qui isola de nouveau les flocons jaunes.

Ces opérations furent répétées plusieurs fois, pour être certain de l'élimination de toute trace d'alizarine.

Ayant enfin recueilli les flocons jaunes sur filtre, lavé à l'eau froide jusqu'à disparition de toute acidité, puis séché, on les fit cristalliser à plusieurs reprises dans l'alcool bouillant.

L'analyse donna les résultats suivants pour la substance séchée à 116 degrés :

	I.	II.	Purpurine.
Carbone	65.96	65.46	65.62
Hydrogène	3.61	3.07	3.13
Oxygène	30.43	31.47	31.26
	100.00	100.00	100.00

Les nombres trouvés s'accordent assez bien avec la composition de la purpurine, et la nouvelle matière colorante peut recevoir le nom d'isopurpurine.

Les propriétés de l'isopurpurine sont les suivantes :

Elle est facilement soluble dans l'alcool, assez soluble dans l'eau bouillante, mais se sépare presque complétement de la solution aqueuse par le refroidissement. (Les solutions sont jaunes.)

Elle ne fond pas encore à 360 degrés, mais commence à se sublimer à cette température. Sa solution dans les alcalis caustiques est d'un rouge violacé; elle se dissout dans l'ammoniaque liquide avec une coloration rouge brunâtre.

Sa solution dans les carbonates alcalins est également rouge, avec une nuance brunâtre très-prononcée.

Elle ne se dissout que fort peu dans une solution saturée et bouillante d'alun; la liqueur prend une teinte jaune rougeâtre, mais sans présenter à un haut degré cette belle fluorescence rouge, qui distingue les solutions semblables de purpurine. Par le refroidissement la matière colorante dissoute se sépare presque complétement.

La laque barytique, d'un rouge violacé, est assez facilement soluble dans l'eau bouillante.

La laque calcaire, qui présente une coloration semblable, y est au contraire très-peu soluble.

Une solution alcoolique alcaline d'isopurpurine présente au spectroscope, dans l'orange et le vert et faiblement aussi dans le jaune, des raies d'absorption. Si le liquide est trop concentré, et par conséquent trop coloré, tout le spectre disparaît, à l'exception du rouge.

Sur coton mordancé, l'isopurpurine donne des teintes semblables à celles de la purpurine; les rouges et roses virent à l'écarlate; le violet est brunâtre; les puces et noirs bien nourris.

Les couleurs résistent convenablement au savon bouillant.

La petite partie de la laque barytique qui ne s'était pas dissoute dans l'eau, ayant été décomposée par l'acide chlorhydrique, on en put isoler une matière colorante qui présentait toutes les propriétés de l'alizarine proprement dite.

Par un assez grand nombre de réactions, l'isopurpurine se différencie de la purpurine, et ces deux substances ne peuvent être considérées comme identiques.

Le fait de la production artificielle d'une matière colorante, ayant la même composition et plusieurs des propriétés tinctoriales de la purpurine, n'en est pas moins très-important au point de vue de la pratique et extrêmement intéressant sous celui de la théorie. E. Kopp.

Transformation de la caséine en une matière albumineuse.

Par le docteur Ch. Schwalbe,
Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Zurich.

Lorsqu'on ajoute à du lait de vache ordinaire de l'essence de moutarde (dans le rapport de 5 gouttes d'essence sur 30 grammes de lait) et qu'on abandonne le mélange dans un flacon imparfaitement bouché, le lait se conserve pendant des semaines sans aucune altération sen-

sible ; il ne se coagule pas et les globules de lait apparaissent sous le microscope parfaitement intacts.

Mais, à la longue, au bout de six à huit semaines, le lait s'aigrit, cependant sans se coaguler, et cette transformation est favorisée par une température extérieure un peu élevée. Le lait présente alors les réactions suivantes :

Il ne se coagule plus par l'addition d'acide acétique étendu ; mais, en chauffant à 100 degrés, il y a coagulation parfaite comme pour l'albumine ; par l'addition d'éther, il y a également coagulation, pourvu que la température soit d'environ 20° C.

Cette transformation de la caséine peut s'obtenir bien plus rapidement et plus économiquement en opérant de la manière suivante :

180 centimètres cubes de lait bien écrémé sont introduits dans le cylindre en terre cuite d'un élément de Bunsen (on ne peut opérer dans du verre) ; ce cylindre est plongé dans un bain-marie chauffé à environ 30 à 40 degrés. Cette température est entretenue pendant dix à douze heures. Dès que le lait contenu dans le cylindre a également atteint la température de 30 à 40 degrés, on y ajoute peu à peu une solution étendue d'hypermanganate de potasse ($Mn O^4 K$) préparée en dissolvant 22 à 23 grammes de ce sel dans un litre d'eau. 15 centimètres cubes de cette solution suffisent généralement pour la transformation des 180 centimètres cubes de lait.

Au bout de six à huit heures, l'on essaye de temps à autre un peu du liquide pour s'assurer si la transformation s'est accomplie.

La caséine du lait ainsi oxydé est également devenu non coagulable par l'acide acétique, coagulable par la chaleur et se rapproche par ses propriétés de l'albumine.

Nota. — M. le docteur Schwalbe m'ayant remis des échantillons de caséine ainsi transformée, j'ai pu vérifier cette curieuse réaction. La caséine coagulable avait été évaporée à siccité, par une douce chaleur, afin d'essayer si elle pourrait être employée comme l'albumine, pour la fixation sur tissus de laques et de couleurs insolubles par vaporisage. Mais, en cherchant à la redissoudre dans l'eau, elle laissait un résidu abondant, insoluble, la liqueur filtrée n'était point suffisamment épaississante, et quoique se coagulant par la vapeur et fixant un peu les matières colorantes, elle ne pouvait sous ce rapport être comparée à l'albumine et encore moins la remplacer.

E. Kopp.

Remède contre l'eczéma.

Les médecins appellent de ce nom une des maladies cutanées les plus dégoûtantes, les plus douloureuses, et malheureusement aussi les plus répandues.

L'eczéma est caractérisé par des rougeurs à la peau, des taches sur toutes les parties du corps, accompagnées de petites pustules pleines d'un liquide incolore transparent, et de démangeaisons si persistantes et tellement variées qu'elles peuvent produire non-seulement l'insomnie, mais même le délire.

On emploie contre cette affreuse maladie, généralement sans grand succès, les bains émollients, iodés, sulfurés et salés, puis aussi les remèdes mercuriels. Je la traite depuis quinze ans, qu'un heureux hasard m'a fait trouver ce remède, par l'acide acétique à 8 degrés, que j'emploie en simples frictions faites soir et matin sur les parties atteintes, jusqu'à ce que le mal ait disparu. Il faut en moyenne trois frictions pour amener la guérison momentanée. Si je dis momentanée, c'est parce que quand le mal est invétéré il revient au bout de quelque temps, mais de plus faible en plus faible, jusqu'à ce qu'il disparaisse totalement La cuisson disparaît dès la première friction, qui cause une vive douleur qui, du reste, cesse au bout de quelques instants.

Depuis que je me sers de l'acide acétique contre l'eczéma, je n'ai pas eu un seul insuccès ; bien plus, j'ai guéri bien des dartreux, et j'engage vivement les médecins à l'essayer sur une grande échelle contre cette triste maladie.

Neuchâtel en Suisse, 1er août 1872.

Dr Sacc.

DÉCOUVERTE DE LA DIGITALINE CRISTALLISÉE DE C.-A. NATIVELLE,

SEUL PRINCIPE ACTIF, PUR ET DÉFINI DE LA DIGITALINE; SES AVANTAGES EN THÉRAPEUTIQUE.

Beaucoup de bruit se fait depuis quelques mois sur la digitaline. L'occasion en a été l'issue du grand concours sur ce sujet qui était pendant devant l'Académie de médecine de Paris depuis 1864. L'adjudication par ce corps savant du prix Orfila de 6,000 francs à M. Nativelle, pharmacien, pour avoir découvert la digitaline pure et cristallisée, a soulevé les jalousies, les rivalités de ses compétiteurs. Au lieu de s'incliner, en véritables savants et en patriotes français, devant cette décision scientifique si bien motivée du premier corps médical de France et saluer avec lui, de leurs applaudissements, cette grande et utile découverte qui continue si heureusement, par ses applications pratiques, celles de la morphine, la quinine, la strychnine, l'atropine, la vératrine, l'aconitine, toutes dues à des Français, ils essayent d'en atténuer la portée en en embrouillant les résultats. Revenant sur la question si bien jugée, ils veulent, par des réclamations, des revendications tardives, refaire l'obscurité où règne désormais la lumière, changer la certitude en doute, afin de troubler les esprits, donner le change à l'opinion médico-pharmaceutique et pêcher ainsi en eau trouble. Habitués depuis longues années à jouir paisiblement du monopole des produits indéfinis, variables, inconstants et même dangereux, extraits de la digitale, dont ils retiraient des bénéfices considérables, ils espèrent qu'en entendant parler pour et contre, les praticiens timorés, soucieux de ne rien laisser à l'inconnu, resteront dans le doute, l'indécision et le *statu quo* et continueront à prescrire leurs produits mal définis et mal dosés. Leurs intérêts compromis seraient ainsi sauvegardés. De là tout ce bruit, ces publications contradictoires, les menées occultes, les intrigues et jusqu'aux démentis qui ont eu lieu publiquement au sein même de l'Académie sur ce médicament de premier ordre.

La digitale, en effet, a des applications thérapeutiques non moins importantes que l'opium et le quinquina. On l'a même surnommée tour à tour l'*opium* et le *quinquina du cœur*. La découverte de son principe immédiat : la digitaline cristallisée, peut donc être considérée comme un événement aussi grand en chimie, aussi utile et heureux pour la thérapeutique que celle des principaux alcaloïdes : la morphine, la quinine et l'atropine. La précision et la sûreté d'action de ce nouveau médicament sont équivalentes à celles de ces alcaloïdes. On ne saurait donc hésiter, à l'avenir, entre un produit défini, cristallisé, chimiquement pur et toujours identique, et une poudre amorphe, complexe, sans caractères fixes ni précis et de composition variable. Ce n'est rien d'avancer que celle-ci est aussi active, sinon plus, que celle-là sur les animaux, comme l'a fait M. Gubler en revenant sur sa parole; le tout est de le prouver, le démontrer. Cela ne saurait être, car les faits cliniques s'accordent avec l'analogie et la logique scientifique pour démentir cette assertion.

Sans doute le praticien sera conduit encore dans certains cas à se servir de la plante et de ses diverses préparations pharmacologiques. On continue ainsi à se servir de l'opium et du quinquina. Mais qu'il s'agisse d'obtenir un effet déterminé, certain et immédiat sur le cœur, les capillaires et les reins, et le médecin sévère, rigoureux, ne saurait manquer de recourir à la digitaline cristallisée de M. Nativelle, de préférence à toute autre, à moins de forfaire à son devoir et encourir une grande responsabilité.

Fort de sa découverte proclamée par le premier corps médical de France et des droits imprescriptibles qu'elle lui confère, l'intrépide chercheur pourrait rester dans son laboratoire, sourd à tout le bruit intéressé qu'elle soulève et le laisser s'évanouir en silence. Ce serait donner raison à ses adversaires, car, pour beaucoup de gens, le silence est un aveu d'impuissance. Instruit par une longue expérience qu'il ne suffit pas de faire une découverte, pas plus que de planter un arbre pour en recueillir les fruits, surtout quand de puissants intérêts en jeu s'y opposent, il est de son devoir de combattre l'erreur et le mensonge qui font obstacle à son succès. Il suffira d'exposer sommairement les faits pour montrer que la

science, la vérité et le droit sont de son côté. C'est aux médecins et aux pharmaciens, principaux intéressés dans cette découverte et ses meilleurs juges, qu'il soumet cette communication, assuré de leur concours s'ils y trouvent les éléments *de conviction* qu'ils cherchent.

HISTORIQUE.

Ce n'est pas d'aujourd'hui que M. Nativelle s'est occupé de chercher l'isolement du principe actif de la digitale et sa cristallisation. Une pareille découverte ne se fait pas du jour au lendemain. Ce fut, au contraire, l'occupation de toute sa vie scientifique, l'objet constant de ses travaux, le but invariable de ses investigations, et c'est en y pensant sans cesse, comme Newton, qu'il y réussit. Guidé par sa découverte de la *cnicine*, principe immédiat du chardon-bénit, et de la *ményanthine*, qui est celui du trèfle d'eau, convaincu que celui d'une substance active comme la digitale devait cristalliser, il n'épargna ni le temps ni la peine pour arriver à ce résultat. C'est ce qu'il faut dire et montrer pour l'enseignement des futurs investigateurs.

Dès 1844, il concourait à l'École de pharmacie pour un prix sur cette question, et ce ne fut que par une illégalité criante que son mémoire ne fut pas couronné. Quévenne ne pouvant alors concourir comme membre de la Société, mit son travail sous le nom d'un médecin de ses amis, M. Homolle, qui remporta le prix. De là l'origine de la digitaline Homolle et Quévenne. (Voir *Mémoire sur la digitaline,* Paris, 1844.)

Sans se laisser rebuter par cette injustice, M. Nativelle, au contraire, poursuivit laborieusement ses recherches. Quand, en 1864, l'Académie de médecine de Paris mit au concours *l'examen chimique et toxicologique de la digitale,* suivant le vœu d'Orfila, fondateur du prix, il ne se présenta pas, ne se jugeant pas suffisamment préparé. Le prix non décerné en 1866, ayant été remis au concours, il ne s'y présenta pas davantage, à cause de l'importance de son produit. D'autres, moins scrupuleux, — et il y a tout lieu de croire que ce fut M. Homolle, Quévenne étant mort en 1855, — présentèrent, au contraire, mémoires sur mémoires, et n'obtinrent que des paroles d'encouragement.

Mais M. Nativelle ne restait pas oisif. En 1866, il adresse un mémoire à l'Académie de médecine de Belgique pour le concours *sur l'histoire chimique de la digitaline* qu'il retire bientôt pour le publier dans le *Moniteur scientifique* du 15 février 1867. Le procédé décrit donnait bien alors un produit cristallisé, mais qui était double, c'est-à-dire composé de digitaline et de digitine. L'échantillon qui figurait à l'Exposition de 1867 dans la vitrine de la Pharmacie centrale contenait ainsi de la digitine, comme celui remis à M. le professur Vulpian pour ses essais physiologiques. Il s'agissait donc d'en retirer cette substance complétement inerte.

C'est ce qu'il réalisa, après bien des tentatives, en traitant ce mélange par le chloroforme pur. La digitaline est dissoute ainsi en toute proportion, tandis que la digitine, restant intacte, vient occuper la partie supérieure du liquide, et il suffit alors de le filtrer pour obtenir la digitaline pure et cristallisée. C'est ce que M. Nativelle mit hors de contestation dans un troisième mémoire publié dans l'*Union pharmaceutique,* décembre 1868.

Dès cette époque, la question était résolue. M. Homolle a même pu emprunter aux trois mémoires successivement publiés de M. Nativelle la description de son procédé. Restait à obtenir la sanction de la science en soumettant les faits au jugement des savants officiels. C'est ce que fit M. Nativelle en adressant un nouveau mémoire et ses produits au concours du prix Orfila, rétabli par l'Académie pour la troisième fois en 1868, sur la même question. On sait que l'événement a justifié et rempli toutes ses espérances. Le rapport élogieux de M. Béclard, secrétaire de l'Académie, constate « qu'il s'est distingué par une véritable découverte et a rendu un service signalé aux sciences biologiques et médicales; la proclamation de son nom a eté saluée par d'unanimes applaudissements, et le prix de 6,000 francs lui a été décerné en totalité. » Quel plus éclatant hommage, plus beau couronnement d'une vie de travaux patients et obscurs, d'abnégation et de sacrifices!

Mais cette découverte est à peine promulguée que voici l'envie et la jalousie qui lui disputent les faveurs attachées à ces lauriers. Au mépris de la science et du progrès, elles cherchent à égarer, à tromper l'opinion, en prétendant que la digitaline cristallisée, analysée et

reconnue par l'Académie de médecine elle-même comme le principe actif de la digitale, n'est pas tout, et que ce produit défini, qu'elle a revêtu de sa haute approbation, ne vaut pas mieux, sinon moins, que les produits amorphes auxquels elle a constamment refusé sa sanction. De là, la nécessité d'éclaircir le débat pour réduire ces allégations à leur juste valeur.

EXTRACTION DE LA DIGITALINE CRISTALLISÉE.

Le procédé invariablement suivi jusqu'ici par tous les chimistes, à l'exception de M. Nativelle, pour l'extraction de la digitaline, était de traiter la digitale par l'eau. Ç'a été constamment la règle suivie par MM. Homolle et Quévenne. Toutes les modifications qu'ils ont successivement fait subir aux opérations ultérieures n'étaient que secondaires et n'agissaient jamais que sur ce maceratum aqueux. C'est aussi le procédé du Codex français qui leur a été emprunté. Aussi, malgré les nombreuses recherches publiées sur la digitale, M. Buignet, rapporteur, constate « qu'elles n'ont rien changé au mode de préparation ou de purification du principe actif qu'elle renferme, en sorte qu'aujourd'hui, dans les pharmacopées officielles de France, d'Allemagne et d'Angleterre, la digitaline figure comme matière amorphe, n'ayant d'autres caractères distinctifs que son amertume extrême, la couleur verte qu'elle développe par l'acide chlorhydrique et son action spéciale sur le cœur des animaux. »

Dans leur dernier mémoire à l'Académie, c'est encore à la macération aqueuse que MM. Homolle ont recours préalablement, en supprimant l'emploi du tannin de leur procédé primitif, pour recourir à l'action directe des dissolvants : la benzine rectifiée qui sépare de la macération aqueuse les matières étrangères inactives, puis au chloroforme pur, qui *enlève et dissout la digitaline.*

« Certes, ajoute M. Buignet, si la digitaline ainsi obtenue présentait réellement les caractères d'un produit homogène et pur, nous n'aurions que des éloges à adresser aux auteurs pour avoir fait connaître un procédé si simple et si facile à réaliser. Mais *il n'en est point ainsi,* l'examen microscopique, l'action des dissolvants, les phénomènes de coloration auxquels donne lieu le contact des acides, tout conspire pour montrer que le produit obtenu par ce procédé simple est loin de représenter *un principe pur*, *invariable dans ses caractères et uniforme dans son action.* » Émanant d'une commission composée de MM. Wurtz, Devergie, Cloquet, Regnault et Buignet, ce verdict suffit à condamner sans appel ce procédé et le produit qu'il donne.

M. Nativelle, le premier, traita la digitale par l'alcool. Il l'indique constamment dans ses trois mémoires successifs et en explique ainsi la raison dans le dernier : « Tous les chimistes savent, dit-il, que la digitaline est insoluble dans l'eau, et cependant c'est par la macération aqueuse et dans son produit qu'on l'a jusqu'ici recherchée et qu'on a prétendu la trouver. On a rejeté comme inutile et complétement épuisé le résidu provenant de ce traitement. De là l'insuccès des expérimentateurs. »

L'expérience lui a démontré, en effet, que le macéré aqueux de digitale renferme principalement un produit amorphe, soluble dans l'eau en grande proportion, qu'il appelle *digitaléine*, tandis que le résidu du traitement, qui était jeté et perdu jusqu'ici, comme ne contenant plus rien de bon, traité de nouveau par l'alcool, donne la presque totalité du principe cristallisable, uni à un autre principe très-amer aussi, mais qui ne se cristallise pas.

Voilà ce que M. Nativelle a reconnu, démontré et mis hors de contestation par le résultat. C'est en substituant le traitement aqueux, c'est-à-dire en faisant préalablement une teinture de digitale qu'il distille et concentre ensuite, qu'il a obtenu la digitaline cristallisée. Il suffit d'étendre ce soluté alcoolique concentré dans trois volumes d'eau pour que la digitaline et la digitine, insolubles dans l'eau, se séparent de tous les autres produits qui s'y trouvent dissous, notamment la digitaléine, et se précipitent en un dépôt poisseux. Essoré et lavé dans l'alcool bouillant, ce dépôt donne des cristaux composés de digitaline et de digitine qu'il est facile de séparer par le chloroforme : celle-ci y étant insoluble, tandis que la digitaline s'y dissout en toute proportion.

Ce traitement de la digitale par l'alcool qui a échappé à tous les expérimentateurs, en raison même de sa simplicité et sa facilité d'exécution, était indiqué d'avance par les résultats

de la thérapeutique. La teinture ou alcoolé de digitale avait ainsi une action bien plus prononcée que l'infusion aqueuse. Soubeiran avait aussi trouvé que les graines épuisées par l'alcoool à 56 degrés contenaient plus de digitaline que la feuille. M. Labélonye, pharmacien, avait aussi reconnu que le sirop de digitale, préparé avec l'extrait hydro-alcoolique, était plus actif qu'avec l'extrait aqueux du Codex. Celui-ci n'est pas un médicament très-sûr, dit Soubeiran.

D'habiles médecins, comme Aran et Forget, avaient aussi constaté que la poudre même de digitale était d'un emploi plus certain que la digitaline de MM. Homolle et Quévenne. Cette matière mal définie qu'ils sont parvenus à mettre en vogue et à substituer à la poudre de digitale, disaient-ils, n'est pas un principe immédiat ayant des caractères tranchés et dont la pureté puisse être facilement constatée. Le même opérateur ne peut pas répondre de l'avoir identique dans deux opérations différentes, et il n'a aucun moyen sérieux et scientifique de vérifier cette identité (Soubeiran, *Traité de pharmacie*).

Aussi, M. Lefort constate, dès 1867, qu'après l'accueil spécial fait à la digitaline amorphe lors de son apparition, beaucoup de praticiens lui ont préféré ensuite la poudre et les préparations à base de digitale *comme plus sûres dans leurs effets;* défaveur qu'il attribue *à la variété* et à *l'impureté de cet actif agent médicamenteux.* Mais vienne le jour où la thérapeutique n'aura à sa disposition que de la digitaline aussi constante dans ses propriétés physiques et chimiques que dans ses effets, et l'on verra ce médicament reprendre la place qui lui appartient. (*Journal de pharmacie et chimie*, décembre 1867.)

Mais toutes ces indications n'étaient pas des preuves, et l'habitude routinière de traiter la digitale par l'eau les fit méconnaître. Il fallut la perspicacité de M. Nativelle et sa ténacité dans les expérimentations pour mettre ce fait en évidence et l'établir sur des résultats positifs. Voici ces preuves, constatées irréfutablement par la commission académique, d'après le critérium même de M. Homolle.

La coloration verte, obtenue et signalée pour la première fois par MM. Homolle et Quévenne, par le contact de leurs produits impurs avec l'acide chlorhydrique, était rattachée par eux à la digitaline. Ils en firent le caractère spécifique. Contre plusieurs chimistes qui la rattachaient à la présence d'un principe oléo-résineux qui accompagne obstinément la digitaline, MM. Homolle, dans leur dernier mémoire, affirment le contraire en s'appuyant sur des expériences nombreuses. Cette coloration doit donc devenir de plus en plus intense à mesure que la digitaline se rapproche davantage de l'état de pureté.

Or, dit M. Buignet, dans son savant rapport, « en comparant à ce point de vue la digitaline du mémoire n° 2 (Homolle) avec celle du mémoire n° 3 (Nativelle), on est frappé des différences considérables qui s'y remarquent. Tandis que, dans le premier cas, la couleur verte est lente à se développer et n'acquiert, en définitive, qu'un degré d'intensité faible, dans le second, au contraire, l'action est prompte, et quelques minutes suffisent pour que le mélange prenne une couleur vert émeraude du plus vif éclat. Le fait observé par l'auteur du mémoire n° 2 (Homolle) devient ainsi un des arguments les plus manifestes contre la pureté de la digitaline qu'il a obtenue. »

Et comme contre-épreuve, M. Buignet ajoute, d'autre part, en parlant de l'action successive du chloroforme sur le mélange cristallin de digitaline et de digitine et de l'alcool à 90 degrés sur le produit d'évaporation de la solution chloroformique, découverte par M. Nativelle :

« Il serait difficile d'imaginer un traitement analytique plus net et plus complet que celui du chloroforme agissant sur un simple mélange de digitaline et de digitine. La partie qu'il dissout possède, en effet, une amertume excessive; elle donne au contact de l'acide chlorhydrique une couleur vert-émeraude d'une merveilleuse intensité; son action sur l'économie est tellement vive qu'un quart de milligramme suffit pour produire les effets ordinaires de la digitale. Au contraire, toute la partie que le chloroforme laisse indissoute est sans saveur, ne donne aucune coloration par l'acide chlorhydrique et ne possède aucune action appréciable sur l'organisme. »

Après ces preuves contradictoires, décisives, la nature comparée des produits obtenus par les deux procédés doit juger définitivement la question. D'après la commission académique,

le produit du procédé Homolle apparaît « *sous forme d'une couche blanche, mamelonnée, entourée d'une zone jaune-paille, qu'on peut en séparer facilement.* » Par le procédé Nativelle, « *des cristaux apparaissent sous forme d'aiguilles fines, blanches et brillantes, groupées autour du même axe.* » C'est la digitaline pure, et le vœu de M. Lefort est ainsi rempli.

Tout concourt donc à montrer que le traitement alcoolique de la digitale peut seul donner la digitaline. Reste à prouver que c'est bien là le principe actif de la digitaline, et que les praticiens ne sauraient désormais compter que sur lui seul.

EXPÉRIENCES PHYSIOLOGIQUES ET CLINIQUES.

« En voyant cette nouvelles substance si différente, par son apparence comme par sa forme, de tout ce qu'on a connu jusqu'ici sous le nom de digitaline, la commission, après avoir contrôlé le procédé et obtenu un corps identique et entièrement semblable à l'échantillon présenté, a cru de son devoir d'en vérifier la nature, d'en constater les propriétés physiologiques et médicales, » dit M. le rapporteur. MM. Marrotte et Vulpian, membres de l'Académie, se sont livrés aux expérimentations suivantes :

Sur 23 malades, dont la plupart étaient atteints d'affections organiques du cœur, M. Marrotte, médecin de l'hôpital de la Pitié, a administré une solution alcoolique de la digitale cristallisée, obtenue par la commission et préparée au millième. Elle était introduite dans une potion à l'aide d'un tube gradué, à dose par conséquent toujours exacte et parfaitement connue. Mal renseigné tout d'abord sur l'activité du nouveau médicament, M. Marrotte l'a employé à la dose de 1 milligramme, une à deux fois par jour, mais il a dû y renoncer promptement à cause des accidents toxiques qu'il a occasionnés. « A la dose de 3 milligrammes dans les vingt-quatre heures, dit-il, la nouvelle digitaline détermine dans la journée même ou le lendemain la saturation et l'intolérance, nausées, vomissements, diarrhée, vertiges; accidents qui peuvent durer deux, trois jours et même plus longtemps, malgré la cessation du médicament. Un quart de milligramme, un demi-milligramme et même trois quarts de milligramme par jour, sont bien supportés en ne continuant cette dernière dose que peu de temps; mais dans la plupart des cas, un milligramme suffit pour amener au bout de trois, quatre ou cinq jours, une action marquée sur la circulation. Les battements du cœur deviennent plus lents, plus réguliers, plus énergiques. En resumé, dit M. Marrotte, le nouveau médicament paraît avoir des effets tout à fait identiques avec ceux des autres préparations de digitale et en particulier de la digitaline de MM. Homolle et Quévenne, *mais son action est incomparablement plus énergique.* » On donne aussi communément 3, 4, 5 et même 6 milligrammes de cette digitaline Homolle par jour. On cite même un cas où un enfant de trois à quatre ans avala tout un flacon de granules de celle-ci sans éprouver le moindre accident. Dans d'autres cas, au contraire, des quantités minimes ont donné lieu à des accidents très-graves. D'où M. Marrotte conclut que la digitaline amorphe est un médicament parfois infidèle.

Déjà M. le professeur Gubler, après de nombreux essais faits à la demande de M. Nativelle, avec sa digitaline cristallisée, avait formulé cette conclusion dans une lettre remise à l'auteur et publiée dans son travail : *Que la digitaline cristallisée possède les propriétés thérapeutiques et toxiques de la digitale elle-même avec une intensité d'action incomparablement supérieure, et telle qu'on doit l'attendre du principe actif de la plante.*

M. Vulpian n'est pas moins affirmatif dans les expérimentations physiologiques sur les animaux. Sur des grenouilles aussi semblables que possible, il a injecté séparément sous la peau de la région jambière une quantité égale de la digitaline amorphe de M. Homolle, d'un côté, et de celle de M. Nativelle, de l'autre, toutes deux préalablement dissoutes dans l'alcool. Dans cet état, les deux digitalines ont paru posséder une puissance d'action sur le cœur à peu près égale. Mais comme la digitaline cristallisée, en raison même de sa pureté, est beaucoup moins soluble que l'autre dans les humeurs aqueuses de l'animal, son absorption est plus lente que la digitaline amorphe, et le précipité qui se forme au contact de ces humeurs est plus abondant : donc la quantité absorbée est beaucoup moindre, quoique l'effet soit le même. D'où M. Vulpian conclut « que la digitaline cristallisée Nativelle a une action évidente et énergique sur le cœur; et comme il s'agit d'une substance définie que

l'on peut obtenir constamment identique, on est à même de doser cette action, ce qui est à peu près impossible avec celle de MM. Homolle et Quévenne, substance d'énergie forcément variable suivant les diverses circonstances de la récolte des plantes et de la préparation.

D'après les expériences toutes récentes de MM. G. Daremberg et Mégérand, la digitaline cristallisée Nativelle a une action évidente sur la combustion organique. Après plusieurs jours d'un régime identique, l'un des expérimentateurs ayant constaté qu'il excrétait 21 grammes d'urée par jour, a vu tomber ce principe à $15^{gr}.04$ et même $14^{gr}.05$ par l'absorption quotidienne de 1 cinquième de milligramme de cette digitaline. Après la cessation de son emploi, l'urée resta encore inférieure à son chiffre normal, et ce n'est que progressivement et au bout de quatre jours qu'elle remonta au chiffre de 21 grammes dans les vingt-quatre heures. (*Société chimique de Paris,* mai.)

Devant ces trois séries d'observations, ces témoignages précis, catégoriques et sans ambages, on pouvait croire que la cause de la digitaline cristallisée de M. Nativelle était gagnée définitivement. Loin de là. Des revendications déguisées en faveur de celle de MM. Homolle et Quévenne ne tardèrent pas à se produire à l'Académie de médecine, où la supériorité de la première avait été officiellement reconnue et proclamée le 19 mars 1872. Dès le 7 mai, des réclamations s'élevèrent. Voici à quelle occasion :

En présence de la diversité des préparations de plusieurs principes immédiats et des formules qui les consacrent, M. Boudet proposa de nommer une commission pour établir les formules légales de l'aconitine et de la digitaline cristallisées, récemment découvertes, afin de donner à ces deux produits toute l'authenticité et les garanties désirables vis-à-vis des médecins et des pharmaciens et permettre à ceux-ci de les distinguer de tous les produits similaires, non titrés, et par conséquent incertains dans leur action, de provenance française ou étrangère, répandus dans le commerce de la pharmacie. On sait, en effet, que, outre la digitaline d'Homolle et Quévenne, une digitaline allemande et une digitaline anglaise sont importées en France en quantité considérable, digitalines qui, examinées comparativement par M. J. Lefort, lui ont présenté de grandes dissemblances chimiques, qui en font, suivant M. Gubler, des agents distincts au point de vue de leur activité sur l'organisme.

C'est donc au moins trois digitalines différentes, toutes amorphes et indéfinies, de composition et d'action variables, qui se trouvent répandues aujourd'hui dans le commerce de la pharmacie, en concurrence du seul produit cristallisé, pur, défini et identique : la digitaline Nativelle. Un vrai danger de confusion en résulte, et devant les droits énormes qui pèsent actuellement en France sur les alcools, il est à craindre que les produits étrangers, par leur moindre prix, ne soient préférés et n'entrent ainsi dans la préparation des granules de digitaline, au grand détriment de la pharmacie et de la santé publique. C'est ce que la proposition toute française et scientifique de M. Boudet voudrait prévenir.

Tout en donnant son assentiment à cette proposition, M. Bussy croit bon, en attendant, de s'en tenir aux indications du Codex, dont la formule, comme on sait, est empruntée à MM. Homolle et Quévenne. C'est donc une réclamation indirecte, détournée, en faveur de la digitaline amorphe, sous prétexte « *que la digitaline cristallisée Nativelle n'existe pas encore dans le commerce en quantité notable.* »

Et aussitôt M. Gubler de faire écho à cette demande, d'autant plus volontiers, dit-il, qu'il n'est pas convaincu de la supériorité de la digitaline cristallisée sur la digitaline amorphe. Et, par une contradiction choquante de sa première assertion, il affirme que dans une douzaine d'expériences sur les animaux faites avec un échantillon de *première qualité* de digitaline amorphe et un autre de digitaline cristallisée, la première lui *a paru* plus active que la seconde. Les deux médicaments lui ont donné *au moins* les mêmes résultats, et il *pencherait* plutôt vers la digitaline amorphe. Il juge ainsi que la question n'est pas résolue, n'est pas mûre, et il demande un supplément d'enquête, un procès en révision, au lendemain même du jugement qui vient d'être solennellement rendu. Et sur ce thème facile, la presse officieuse de tisser d'habiles réclames en faveur de la digitaline *authentique* et de *provenance sûre* de MM. Homolle et Quévenne, pour rassurer les praticiens sur sa valeur (*Union médicale,* n°s 60 et 64). Reste à montrer ce que valent ces allégations.

RÉSUMÉ.

Après la découverte toute française des alcaloïdes, il est bien avéré que les propriétés médicinales des végétaux sont contenues dans leurs principes immédiats. La morphine, la quinine, l'atropine, la strychnine et tant d'autres sont là pour en justifier. Il est non moins bien reconnu que la pureté même de ces produits immédiats se démontre par leur cristallisation et le degré même de cette cristallisation. C'est ce qu'a parfaitement rappelé M. Devergie en répondant à M. Gubler : « Que deux personnes obtiennent, l'une un produit cristallisé, l'autre, un produit amorphe, et la présomption de pureté, aux yeux de tous les chimistes, est en faveur du produit cristallisé. » La thérapeutique rigoureuse est aujourd'hui bien assise sur ces bases, et ce sont là des principes qu'il n'est plus possible de récuser, à moins de rétrograder d'un siècle.

Or, quand, d'accord avec ces principes, le produit cristallisé jouit des autres caractères assignés à sa pureté, comme la coloration vert émeraude dans celui-ci ; quand ses effets sont jusqu'à quatre fois plus intenses sur l'homme et aussi plus marqués sur les animaux que le produit amorphe ; quand surtout ces résultats sont vérifiés, contrôlés et discutés par des savants de premier ordre, réunis en commission académique, comment ne pas admettre avec elle que la digitaline cristallisée Nativelle est préférable de tout point à la digitaline amorphe de M. Homolle?

M. Gubler l'a pourtant entrepris. D'un professeur de thérapeutique et de matière médicale à la Faculté de mécecine, on doit s'attendre qu'il va se montrer encore plus sévère et rigoureux dans l'application de ces principes qu'il est chargé d'enseigner. C'est tout le contraire. Aux preuves péremptoires de la commission, il n'oppose qu'une douzaine d'expériences sur les animaux sans aucun détail, ce que M. Vulpian lui a reproché publiquement avec raison, car il est impossible ainsi d'en vérifier ni d'en contester les résultats qui sont la base même de l'argumentation. Celle-ci sortant des règles scientifiques, on pourrait donc, en critique sévère, n'en pas tenir compte, d'autant moins que M. Gubler, après avoir signalé ces expériences, a eu huit jours pour en donner les détails dans sa réponse écrite, et qu'il ne l'a pas fait ni alors ni depuis.

D'ailleurs, quelle est cette digitaline *amorphe, de première qualité*, dont il déclare s'être servi dans ses expériences? A quels caractères distinctifs reconnaît-on cette *première qualité?* C'est sans doute la même digitaline amorphe *authentique et de provenance sûre* dont parle *l'Union médicale?* Là-dessus il est encore bien difficile de contredire M. Gubler, car il se borne à dire que cette digitaline est de MM. Homolle et Quévenne. Mais de laquelle? demanderons-nous, comme M. Marotte l'a déjà fait à *l'Union médicale* le 30 mai. Ces messieurs en ont au moins de deux, sinon de trois espèces, car pour la qualité, elle paraît bien problématique. En effet, tandis que M. Gubler parle de *digitaline amorphe de première qualité,* MM. Homolle et Quévenne réclament, en prétendant, par une lettre à l'Académie du 28 mai, « que le produit n° 1, étiqueté *digitaline cristallisée*, remis à la commission, présentait manifestement ce caractère. » Est-ce de celle-là que M. Gubler s'est servi? Il ne le dit pas ; mais M. Homolle supplée à son silence et déclare que c'est un échantillon de celle-ci qu'il lui a remis. Or, sa cristallisation est donc bien peu évidente, puisque M. Gubler, comme la commission, la trouve et l'appelle *amorphe,* tandis que MM. Homolle et Quévenne seuls la trouvent *cristallisée?* Quelle plus flagrante contradiction!

En réponse à cette question, l'*Union médicale* est au moins plus explicite. Mis au pied du mur, M. Latour répond que la digitaline *authentique et de provenance sûre* est, pour lui la *digitaline ancienne*, la *digitaline d'Homolle et Quévenne, cette digitaline qui a suffi jusqu'ici à toutes les exigences de la pratique.* Ce n'est donc déjà plus la digitaline de *première qualité* de M. Gubler, équivalente, sinon supérieure, à la digitaline cristallisée de M. Nativelle. Au lieu d'être la règle, c'est déjà l'exception.

M. Latour dit « qu'il ne *paraît* pas résulter que cette digitaline *amorphe, authentique et de provenance sûre*, ait démérité. » Mais à quels caractères reconnaîtra-t-on qu'elle est *authentique et de provenance sûre* dans les granules, quand on sait, comme M. Boudet l'a déclaré à l'Académie, que les digitalines anglaises et allemandes sont importées librement en France,

et qu'à la faveur de leur meilleur marché, elles entrent l'une et l'autre dans la composition de ces granules, comme celle de M. Homolle, sans compter toutes les autres contrefaçons?

Et puis, M. Latour dit que « *cette digitaline amorphe d'Homolle et Quévenne a suffi jusqu'ici à toutes les exigences de la pratique* ». C'est faute de mieux. Elle y a suffi tant bien que mal et faute d'autre meilleure, puisque la digitaline cristallisée n'était pas découverte. La digitale et ses diverses préparations ont aussi suffi pendant bien plus longtemps aux besoins de la pratique avant cette digitaline amorphe. Faute de grives, on mange des merles, et à défaut de vin, il faut bien boire de l'eau. Souvent on ne s'en porte pas plus mal, mais tout le monde ne peut pas s'en arranger sans préjudice pour la santé. Que M. Latour fasse une enquête sérieuse auprès des praticiens qu'il veut rassurer, et il apprendra combien ils ont éprouvé de déceptions et de mécomptes dans son action, combien cette digitaline amorphe s'est montrée inerte un jour, toxique le lendemain, aux mêmes doses et souvent chez le même malade. Pour s'en convaincre, qu'il achète ici et là dix flacons de cette digitaline *authentique et de provenance sûre*, même avec la signature de M. Homolle, qu'il les fasse analyser, et il saura qu'au fond du verre il n'y a parfois rien, mais rien du tout que du sucre, absolument comme pour les granules homœopathiques.

Il n'en saurait être autrement. La quantité et la qualité des principes immédiats de la digitale varient, comme dans toutes les plantes, suivant les lieux où elle croît, son exposition et sa récolte. De là l'immense bienfait pour la thérapeutique de l'obtention de son principe actif cristallisé, pur, identique, ne laissant plus rien au hasard et permettant son dosage facile et rigoureux, des effets certains, uniformes, sans danger d'intoxication.

Avec le procédé Homolle, au contraire, tout est laissé à l'inconnu. Le traitement par l'eau ne donnant qu'une très-minime partie du principe actif cristallisable de la plante, l'addition du chloroforme, si pur soit-il, n'agissant que sur cette macération aqueuse, ne peut dissoudre que la quantité infinitésimale de digitaline qui s'y trouve mêlée avec d'autres principes. Et comme le produit obtenu est amorphe, c'est-à-dire complexe, impur, il varie nécessairement en quantité, suivant la qualité même de la digitale employée, comme M. Vulpian l'a signalé. De là les variations infinies de ce produit, ses infidélités, ses incertitudes et ses dangers en thérapeutique quand il s'agit d'un poison des plus violents.

Est-ce à dire que le procédé Nativelle étant publié, M. Homolle pourra s'y conformer, comme il a déjà pu le faire, et obtenir un produit cristallisé et identique? Cela lui est impossible, comme à tout autre. Depuis quatre ans qu'il a pu lui en emprunter les détails, M. Homolle n'a pas réussi à obtenir une digitaline cristallisée, puisque celle qu'il a présentée à l'Académie ne l'était pas, comme il le prétend en vain. Il y a pour l'obtention de cette digitaline cristallisée, comme pour tout autre produit chimique délicat, des manipulations spéciales, un tour de main particulier, une habitude inimitable, exclusive à l'inventeur.

Toutes ces revendications en faveur de la digitaline d'Homolle ne sont donc ni sérieuses ni scientifiques; ce sont affaires de sentiment et de camaraderie, voilà tout. Absolument comme M. Gubler, s'écriant, pour suspendre le jugement de l'Académie, « qu'avant de déclarer la déchéance, même relative, d'un agent thérapeutique qui a rendu tant et de si grands services aux Andral, aux Bouillaud, aux Trousseau, aux Pidoux, et à une foule d'autres praticiens éminents, il faudra multiplier les expériences, les instituer conformément aux principes du déterminisme scientifique, les soumettre à un contrôle scrupuleux et n'en tirer que des inductions rigoureusement exactes. » Beau programme en vérité, Monsieur Gubler, mais n'est-ce pas là précisément ce que la commission fait? N'est-il pas conforme aux principes du déterminisme scientifique qu'un produit immédiat, cristallisé, soit préféré à un produit amorphe, comme offrant plus de sûreté et de garanties thérapeutiques? N'est-ce pas conformément à ces principes que « M. Marotte a expérimenté comparativement et publiquement à l'hôpital de la Pitié, où il a obtenu des effets TRÈS-MANIFESTES de sédation du cœur et de diurèse, avec 1 milligramme de digitaline pure de Nativelle, fractionné par 1 cinquième de milligramme dans les vingt-quatre heures, alors que 4, 5 et 6 granules de 1 milligramme de digitaline amorphe d'Homolle sont pris chaque jour sans jamais déterminer la moindre diurèse?

Et vous, Monsieur Gubler, n'est-ce pas contrairement à ces mêmes principes que vous invoquez vos expériences... inconnues, secrètes, sur les animaux, d'après lesquelles les deux médicaments vous ayant donné *au moins* les mêmes résultats, il vous a paru que la digitaline amorphe pure Homolle était plus active que la digitaline cristallisée Nativelle? Amorphe et pure sont deux mots qui s'excluent, en langage scientifique, aujourd'hi que le produit est obtenu cristallisé. *Paru, au moins*, ne sont que des *à peu près,* sans precision ni rigueur scientifique, même en thérapeutique, en vertu des propres principes que vous invoquez, et c'est avec ces données vagues, contradictoires, que vous *penchez* plutôt vers la digitaline amorphe, « que vous *inclinez* à lui accorder la prééminence? » On ne le voit que trop, hélas! mais vous ne parviendrez pas ainsi à y faire pencher ni incliner les autres, surtout les hommes éminents dont vous évoquez l'autorité. Hommes de science et de progrès avant tout, ils préféreront un produit cristallisé à un produit amorphe, comme d'une administration plus rigoureuse et d'un effet plus certain. Si la digitaline amorphe leur a rendu de grands services, la digitaline cristallisée leur en rendra de plus grands encore, ils le savent d'avance, c'est la loi du progrès.

On a peine en vérité à voir ainsi M. Gubler répudier les principes mêmes qu'il est chargé d'enseigner. Déclarer qu'il préfère les substances amorphes aux substances cristallisées, c'est attaquer la puissance souveraine des alcaloïdes et révoquer leur supériorité. Sous prétexte que la commission n'est pas infaillible, « que le procès n'est pas régulièrement instruit », c'est prétendre seul, contre l'académie entière, frapper son jugement d'appel au lendemain du jour où elle l'a rendu, alors que vous n'avez rien dit lors de la discussion et du vote qui lui ont donné force de loi. C'est prêcher la pire des révolutions et, pour un produit que vous voulez conserver, c'est ébranler et détruire les principes qui servent de base à tous les autres.

Heureusement, M. Gubler n'est pas, en realité, si révolutionnaire qu'il en a l'air ici; au contraire, il est par trop conservateur, et c'est pour vouloir conserver quand même, dans le domaine de la thérapeutique, à l'unique profit de M. Homolle et au détriment de la science, la digitaline amorphe, menacée d'expropriation pour cause d'utilité publique, qu'il en est venu à faire précisément ce qu'il reproche à la commission : donner *des inspirations* pour *des raisons*. La réclamation coïncidente de M. Homolle à l'Académie sur la prétendue cristallisation de leur échantillon et sa réaction chlorhydrique instantanée, le révèlent assez clairement. C'est faire injure à la commission et mettre sa bonne foi en suspicion, ce qui équivaut, en de moins bons termes, à sa faillibilité proclamée par M. Gubler.

M. Latour le dit d'ailleurs en toutes lettres : « C'est pour prémunir les praticiens contre les impressions qu'ils pourraient retirer de ces débats académiques à l'égard de la digitaline ancienne, des granules de 1 milligramme d'Homolle et Quévenne, qu'il a parlé en sa faveur. » C'est donc bien pour suspendre et paralyser leur jugement sur la digitaline cristallisée Nativelle que tous ces débats tardifs ont été provoqués. On veut ainsi embrouiller la question, mettre la lumière sous le boisseau pour mieux jeter le trouble et le doute dans leur espri sur la valeur de la digitaline cristallisée et conserver toutes leurs préférences pour le produit amorphe. en ajoutant, comme le trait du Parthe, que la digitaline Nativelle est un simple produit de laboratoire et ne se trouve pas dans le commerce.

Or, sur ce point, comme sur tous les autres, M. Homolle et ses partisans sont complétement démentis par les faits, car M. Nativelle s'étant adjoint M. Adrian, ancien préparateur de l'École de pharmacie, ils ont installé dans son usine de Courbevoie tous les appareils pour obtenir la digitaline cristallisée. Ils peuvent dès aujourd'hui en fournir toute la quantité désirable au corps médical.

5 août 1872.

LES BAINS.

La peau absorbe-t-elle dans le bain? — Importance du sujet au point de vue thérapeutique. — Récentes expériences de MM. Jamin et de Laurès. — Variations de poids incessantes du corps humain. — Nos pertes de substance. — Exhalations pulmonaires et cutanées. — Ce que nous fabriquons d'eau et de charbon par jour. — Moyen de maigrir temporairement de trois livres en une heure. — Variations considérables dans l'énergie de la perspiration : conséquences. — Pertes de substance de une livre par heure dans le bain chaud. — Examen critique de la méthode employée pour mesurer l'absorption de la peau. — Arrêt momentané de la déperdition après le bain. — Causes des changements de poids du corps. — Influence de la pression et de la température. — Les variations barométriques et les modifications de la circulation sanguine. — Marche parallèle du baromètre, de la dépression nerveuse et de la paresse musculaire. — Cause du malaise éprouvé au moment des changements de temps. — Explication des propriétés thérapeutiques des bains.

L'Académie des sciences vient d'être saisie par un des membres de sa section de physique d'une question qui ne manque pas en ce moment d'une certaine actualité, et qu'à vrai dire on n'a pas encore tranchée ; nous voulons parler de la véritable action des bains sur l'organisme. La peau absorbe-t-elle l'eau et les principes minéralisateurs dont elle est chargée ; par suite, le poids de notre corps gagne-t-il pendant le bain, ou, au contraire, n'y a-t-il qu'une influence de contact, et la peau résiste-t-elle à la pénétration du liquide? Le problème est complexe et mérite toute l'attention.

Peut-être ne sait-on pas assez, en dehors de la science, jusqu'à quel point le poids du corps se modifie à chaque instant, à chaque seconde, en quelque sorte. Il faut bien désillusionner les personnes qui s'imaginent connaître rigoureusement leur poids à quelques décigrammes près. Si l'on s'avisait de placer un homme de bonne composition sur le plateau d'une balance verticale, telle que celle dont on se sert pour peser les lettres, on verrait la balance sans cesse en mouvement. Le plateau descendrait après chaque repas, remonterait dans l'intervalle, trahissant une perte de poids, pour s'abaisser encore, et ainsi toujours. Le poids du corps n'est jamais stationnaire. L'homme, comme tous les animaux, use *incessamment* sa propre substance et ne répare ses pertes que *périodiquement*.

Imaginez une chambre dont les murailles seraient faites en glace et à travers laquelle on laisserait circuler un courant d'air sec et froid. Cet air serait recueilli après sa sortie et dirigé au milieu d'un lait de chaux.

Pesez un homme et enfermez-le dans cette chambre. L'atmosphère de la pièce se troublera ; on remarquera des nuages de vapeur ; de la glace fondra, et le lait de chaux deviendra blanc. C'est qu'en effet l'homme, pendant son emprisonnement, aura dégagé de la chaleur, fabriqué de l'eau et de l'acide carbonique ; il aura perdu de son poids.

Un homme bien portant absorbe environ 4 kilogrammes de nourriture par jour ; il expulse un peu plus de $1^k.5$ de résidus, et il assimile à peu près par conséquent 2 kilogrammes. Il faut bien que ces 2 kilogrammes disparaissent journellement, sous peine de peser une tonne au bout de l'année. Or, le résultat des oxydations dans l'organisme est de transformer, en fin de compte, la substance assimilée en acide carbonique, en eau, en une substance appelée *urée* et en quelques composés salins. C'est le dernier terme des métamorphoses que subit la nourriture depuis son introduction dans l'économie.

Outre les aliments, l'animal absorbe de l'oxygène de l'air qui fait poids aussi. Chaque jour, le poumon est traversé par 110 mètres cubes d'air environ. Il appauvrit cet air de 4 à 6 pour 100 d'oxygène et l'enrichit de 4 à 5 pour 100 d'acide carbonique apporté par le sang. Dans les vingt-quatre heures, l'homme consomme à peu près 650 grammes d'oxygène et fabrique 800 grammes d'acide carbonique qui correspondent à la combustion d'un morceau de charbon de 210 grammes. Il sort donc chaque jour de notre corps un assez joli échantillon de charbon, presque une demi-livre.

Non-seulement il s'échappe des poumons 800 grammes d'acide carbonique, mais encore 450 grammes d'eau, plus d'un tiers de litre. Cette quantité peut aller au delà du triple.

La peau est également une source de perte considérable pour le sang. Que l'on s'enferme jusqu'au cou dans un sac en caoutchouc plein d'air, on observera que cet air, analysé, aura subi après quelque temps des modifications semblables à celles qu'il aurait éprouvées s'il avait été respiré. Cet air aura perdu de l'oxygène, gagné de l'acide carbonique; il sera saturé d'une grande quantité de vapeur d'eau, qui finira par tomber au fond du sac ; une petite quantité d'urée apparaîtra aussi à la surface du corps. La peau respire, et la perspiration, pour lui donner son vrai nom, est d'autant plus active que la température est plus élevée. L'échange des gaz se fait par les pores de la peau. La vapeur aqueuse s'échappe non-seulement par les pores, mais encore par les glandes sudoripares qui viennent déboucher à la surface par de petits tubes d'environ 10 millièmes de millimètre de diamètre et de 6 millimètres de longueur. On compte environ, répartis sur toute la surface du corps, 2 millions et demi de ces petits orifices sudoripares. En moyenne, le corps humain perd par la peau 20 grammes de matière solide, 25 grammes d'acide carbonique et 650 grammes d'eau. Sous l'action combinée d'un travail musculaire énergique et d'une élévation de température, le poids de l'homme peut, par la seule transpiration, perdre en *une heure* de *deux à trois livres*.

Il est bien entendu que nous laissons de côté les résidus de la digestion et les sécrétions urinaires. Les premiers sont en général de 120 à 180 grammes par jour ; les secondes, assez variables, d'environ 1,500 grammes. Les reins peuvent suppléer partiellement aux fonctions de la peau. Par les temps froids, lorsque la transpiration diminue, l'excrétion par les reins augmente, et réciproquement.

En définitive, la perte journalière peut se distribuer ainsi : Eau, 450 grammes par les poumons, 700 grammes par la peau ; on admet même que la perspiration donne deux fois plus d'eau que la respiration. Acide carbonique, 800 grammes par le poumon, 25 grammes par la peau. La peau exhalerait environ le trentième de l'acide carbonique chassé par les poumons. Nous perdons par conséquent, dans des conditions normales, à peu près 100 grammes par heure. C'est le combustible nécessaire aux fonctions vitales pour un travail très-modéré.

En réalité, cette perte est loin d'être uniforme et varie essentiellement avec les efforts musculaires et dans l'intervalle de chaque repas. Après un travail très-énergique, elle peut atteindre et dépasser 1 kilogramme par heure ; on peut dire qu'après le repas elle est très-accusée, pour diminuer ensuite rapidement et descendre au-dessous de 100 grammes. Pendant la nuit, elle atteint son minimum. Le combustible se dépense, comme dans nos machines, en raison du travail effectué, travail intérieur ou travail extérieur.

On conçoit donc combien il est important de tenir compte de ces variations, lorsque l'on se propose de rechercher si, dans un bain, le corps gagne réellement du poids, si enfin il y a absorption de l'eau. C'est pourquoi il nous a paru utile d'entrer dans ces détails avant d'analyser la communication faite à l'Académie par M. Jamin en son nom personnel et en celui de M. le docteur de Laurès.

Le savant académicien a profité de son séjour à Néris pour reprendre les vieilles expériences de Sanctorius sur les variations du poids du corps humain plongé dans l'eau. Il a trouvé en opérant sur lui-même que sa perte de poids dans l'air après le dîner était de 125 grammes; puis seulement 80 grammes le lendemain, entre six et sept heures du matin. Après le déjeuner, la perte s'activait de nouveau ; elle diminuait pendant le repas et atteignait 340 grammes pendant une promenade en plein soleil. Ces résultats sont conformes aux principes précédemment posés.

Pour reconnaître si la peau absorbe dans l'eau, voici le raisonnement adopté par les expérimentateurs : La déperdition par les poumons, dit-on, que le corps soit dans l'air ou dans le bain, restera la même ; donc, en mesurant la perte en une heure et en retranchant du nombre obtenu les 30 grammes fournis par la respiration, on aura pour différence la déperdition par la peau qui doit évidemment subir l'influence de l'immersion. Ainsi, s'il n'y a pas variation de poids, c'est que la peau ne transpire pas dans l'eau et absorbe, au contraire, 30 grammes. Si le poids augmente, c'est que la peau aura, par absorption, fait un gain supérieur à la perte pulmonaire. Ce mode de raisonner nous semble sujet à critique, et nous nous y arrêterons dans un instant.

Quoi qu'il en soit, en l'appliquant, Seguin a trouvé que, dans l'eau, notre corps perd un peu

moins que dans l'air. Berthold, pour une température de l'eau comprise entre 24 et 28° C., a noté une augmentation de poids qui pouvait atteindre 32 grammes, ce qui ferait, par heure, une absorption cutanée de 62 grammes. Malden, After, Dill, etc., ont confirmé ces résultats. De 30 à 34 degrés, M. Wilmin a trouvé, sur 55 observations, 20 augmentations, 21 diminutions et 12 poids stationnaires. Mais comme les diminutions ont toujours été inférieures à la perte pulmonaire de 30 grammes, M. Wilmin a conclu que, dans tous les cas, la peau absorbe du liquide.

M. Jamin admet ces différences et les attribue à l'influence des températures du bain. Pour le savant professeur, la vérité aurait été découverte par M. Durrieu ; la loi du phénomène pourrait s'énoncer ainsi : Tout individu conserve un poids invariable dans un bain dont la température est modérée ; il gagne et absorbe si la température est abaissée ; il perd si elle est élevée, et cette perte croît rapidement quand l'échauffement de l'eau augmente de 36 à 48 degrés.

Les expériences de MM. Jamin et de Laurès à Néris s'accordent de tous points avec les conclusions de M. Durrieu : dans de l'eau relativement chaude, le corps perd beaucoup. Ainsi, on observait de six à sept heures du matin la perte de poids dans l'air ; elle était en moyenne de 79 grammes. Le sujet entrait dans la piscine modérée à 34°.5, pour y rester jusqu'à neuf heures. On constatait une perte considérable de 7 à 800 grammes, soit 350 grammes par heure ; on pesait de nouveau une heure après la sortie du bain, à dix heures, la perte devenait très-faible, 50, 25 grammes. Ainsi il n'y aurait pas dans ce cas absorption, bien au contraire ; ce qui, pour nous, ne diminue en rien les vertus thérapeutiques parfaitement démontrées des eaux minérales à température élevée.

Le point nouveau sur lequel insiste M. Jamin, c'est qu'après le bain, la même personne perd un poids moins considérable qu'avant, souvent nul, et une fois on aurait même trouvé une légère augmentation sur quatre baigneurs. Il est curieux, en effet, que le poids reste presque stationnaire quelque temps après une longue immersion dans l'eau chaude.

M. Jamin explique les faits ainsi : La quantité d'eau exhalée ne pouvant être moindre après qu'avant le bain, et, au contraire, l'état d'humidité de l'épiderme devant la rendre plus grande, on ne peut attribuer la diminution observée dans les pertes de poids qu'à une seule cause, à une diminution dans la quantité d'acide carbonique expirée. Dans les conditions ordinaires, le corps doit être saturé d'acide carbonique ; il y a équilibre entre la quantité qui se perd et celle que la circulation reproduit dans un temps donné. L'immersion dans l'eau change l'équilibre. Il est vraisemblable que le bain dissout une quantité d'acide carbonique supérieure à celle qui était exhalée dans l'air, que la provision normale diminue et qu'il en résulte une perte de poids notable. Après la sortie du bain, le phénomène inverse se produit ; le corps refait sa provision, ce qui tend à augmenter son poids, mais il continue à exhaler de la vapeur d'eau, ce qui tend à le diminuer. La perte ou le gain observé n'est que la différence entre ces deux effets contraires.

Le problème soulevé est grave, nous le répétons ; il intéresse vivement la thérapeutique. Nous ne craindrons donc pas de nous y arrêter et nous avouerons que nous ne saurions accepter la théorie précédente, si ingénieuse qu'elle puisse paraître de prime-abord.

Les savants auteurs rejettent tout le mécanisme du phénomène sur l'acide carbonique exhalé par la peau, et laissent absolument de côté la vapeur aqueuse. Mais qu'exhale la peau dans l'air, en acide carbonique ? Nous l'avons dit : par heure, *un gramme*. Or, la perte à expliquer s'élève à 400 grammes. L'effet est hors de proportion avec la cause ; en admettant que l'eau facilite le dégagement du gaz, elle ne peut le centupler et au delà.

D'ailleurs il y a contradiction absolue entre cette explication et les conclusions mêmes des auteurs. En effet, ils admettent très-bien, comme Durrieu, que les pertes croissent dans un bain d'autant plus vite que la température est plus élevée ; mais le pouvoir dissolvant du bain pour l'acide carbonique diminue précisément en raison inverse de la température. Donc, d'après le raisonnement même des auteurs, si l'on supposait avec eux que les pertes fussent dues à un dégagement exagéré de l'acide carbonique, elles iraient en diminuant dans des bains de plus en plus chauds, ce qui est contraire à l'observation.

On peut se demander pourquoi l'on a fait jouer un rôle dominant à l'acide carbonique qui

s'échappe en quantité relativement très-faible, lorsque l'on sait que la peau exhale 35 fois plus de vapeur aqueuse que de gaz, et que cette quantité peut être plus que décuplée sous l'action de la chaleur. Évidemment, il faut mettre hors de cause l'influence prédominante de l'acide carbonique. Là n'est pas la vérité.

Lorsqu'on se rappelle que, sous l'action de la chaleur, la seule transpiration peut réduire en une heure le poids d'un homme de plus de 1,000 grammes, il semble plus logique d'attribuer avant tout à la perspiration la perte moyenne de 350 grammes constatée à Néris. Quant à l'état presque stationnaire observé par MM. Jamin et de Laurès après le bain, il suffit pour s'en rendre compte de remarquer que, toutes choses égales d'ailleurs, le corps ayant dégagé en une heure ce qu'il mettrait plusieurs heures à exhaler à une température normale, il est tout simple que le travail d'exhalation étant fait, il ne perde pas ou à peine pendant un certain temps après le bain. Il faut que les tissus se saturent de nouveau de vapeur avant que la perspiration ne recommence, comme le disait M. Jamin à propos de l'acide carbonique. Maintenant, s'il y a gain accidentellement, ce qui aurait peut-être besoin d'être encore contrôlé, il ne faut pas oublier non plus que nous absorbons par heure 27 grammes d'oxygène par les poumons, et que nous exhalons 40 grammes environ d'eau et d'acide carbonique; différence, 13 grammes environ de perte. Or, l'oxygène absorbé par la peau pourrait la compenser et au delà.

Qu'il nous soit permis maintenant de revenir en quelques mots sur le raisonnement adopté jusqu'ici par tous les expérimentateurs pour montrer que la peau absorbe. Tous, depuis Seguin, disent : La déperdition par les poumons reste la même, que le corps soit plongé dans l'air ou dans l'eau ; c'est 30 grammes. La respiration cutanée seule est modifiée ; si le poids du corps reste stationnaire, il faudra bien admettre qu'il a pénétré par la peau au moins 30 grammes d'eau. Ainsi, Berthold, trouvant une augmentation de poids de 32 grammes, en déduit une absorption cutanée de 62 grammes.

De pareilles conclusions sont vicieuses et l'on ne saurait les laisser passer. On admet, en effet, sans aucune raison plausible, que, dans le bain, la perte pulmonaire reste la même; c'est une simple hypothèse ; on admet ensuite que le gain est produit par l'introduction du liquide par la peau, c'est une seconde hypothèse.

Pourquoi les pertes pulmonaires seraient-elles les mêmes quand le corps est plongé dans l'eau? A-t-on pris garde à l'excès de pression nullement insignifiante que supporte notre corps dans un bain, et que doivent vaincre, par conséquent, les muscles qui président aux mouvements respiratoires?

Dans un bain ordinaire, chaque centimètre carré de notre corps supporte, outre la pression atmosphérique, le poids de l'eau qu'il a par-dessus lui, et l'excès de pression peut varier de la tête aux pieds, suivant l'inclinaison du corps depuis quelques centigrammes jusqu'à 100 grammes (1). En adoptant une hauteur d'eau de 40 centimètres, l'excès de pression sur le corps, mesurée en mercure, est de 40 millimètres. 40 millimètres! c'est sous nos latitudes la plus grande variation du baromètre quand il passe du beau fixe à la tempête ; c'est une différence de pression correspondant à un changement d'altitude de 400 mètres. Et l'on admet bénévolement que les mouvements respiratoires restent les mêmes dans le bain que dans l'air, alors qu'une variation du baromètre beaucoup moindre modifie si profondément l'hématose et la circulation!

Les observations de M. Jourdanet au Mexique, les nombreuses expériences de M. Bert, montrent que dans les changements de pression, c'est l'augmentation ou la diminution dans la quantité d'oxygène introduite qui exerce seule de l'influence sur l'organisme. Sous des pressions énergiques poussées par M. Paul Bert jusqu'à 25 atmosphères, il y a véritable intoxication par l'oxygène et empoisonnement ; sous des pressions diminuées, il y a inversement manque d'oxygène et asphyxie. Et c'est si vrai, qu'il suffit, pour faire disparaître les accidents, de modifier la proportion d'oxygène dans chaque cas, de façon que le rapport

(1) Le corps humain a en moyenne une surface de 1 mètre $^1/_2$. L'atmosphère exerce sur lui une pression de 1,600 kilogrammes; avec 1 mètre d'eau en plus, cette pression s'élève à 17,600 kilogrammes.

normal entre l'azote et l'oxygène de l'air soit maintenu; soit diminuer la proportion d'oxygène en cas de forte pression, l'augmenter en cas de pression faible.

M. Jourdanet avait déjà montré que c'est aux variations de la pression qu'il fallait attribuer les maladies si communes dans les hautes montagnes. L'hématose est insuffisante. Au contraire, dans les travaux de fondation de ponts par air comprimé, les combustions s'activent, et des accidents résultant d'une suroxygénation trop énergique surviennent le plus souvent.

Qui ne sait l'influence des variations barométriques sur les organisations débiles? La pression baissant, la quantité d'oxygène introduit diminue, surtout si à la baisse du baromètre se joint une température élevée de l'air. Pour cette double raison, l'hématose est moins complète si le sujet est peu riche en globules sanguis, la circulation est atteinte, et, par actions reflexes, les fonctions de l'économie sont troublées. Telle est la véritable cause du malaise que l'on ressent par les *temps lourds;* ce n'est pas, comme on l'a répété à tort si souvent, la diminution absolue du poids que supporte le corps sous l'influence de la baisse barométrique qui altère les fonctions, mais bien la diminution de la quantité d'oxygène introduite dans le sang qui amène, par défaut d'hématose suffisante, les troubles observés chez les personnes faibles, à sang pauvre en globules. Celles-ci supportent mieux une augmentation de pression. Les sujets sanguins supporteraient mieux, au contraire, une diminution de pression.

On peut dire que les fonctions de l'organisme se modifient avec les changements du baromètre; il faut que les mouvements respiratoires, bien que régularisés par le système nerveux, se mettent en quelque sorte d'accord avec la marche du baromètre. Les échanges gazeux à travers le poumon et la peau sont en relations directes avec l'instrument; nous absorbons et exhalons plus ou moins, selon la hauteur barométrique. Nos pertes de poids dépendent de la pression. Nous ne concevons pas comment on a pu l'oublier à ce point quand on s'est préoccupé d'établir la théorie des bains.

Ainsi l'immersion du corps humain dans l'eau augmentant la pression sur les tissus extérieurs, et les variations de pression ayant une influence reconnue sur l'économie, on ne saurait admettre plus longtemps que la respiration pulmonaire n'est pas modifiée dans le bain. Les muscles qui règlent les mouvements du thorax doivent avoir à exercer plus d'efforts, à vaincre plus de résistance, ou la respiration doit perdre en amplitude et la quantité d'oxygène introduit diminue. En tout cas, sans entrer plus avant aujourd'hui dans la discussion, ce qui précède suffit pour faire comprendre que les pertes pulmonaires doivent se modifier dans le bain. On observera aussi que l'excès de pression allant en augmentant des pieds à la tête, le sang doit tendre à diminuer de vitesse dans les artères et à augmenter de vitesse au contraire dans les veines. La circulation générale doit être encore modifiée sous ce rapport.

Enfin, l'excrétion cutanée sous cet excès de pression est évidemment changée, comme on l'admet bien, mais si elle est diminué ou même arrêtée, on ne voit plus pourquoi les expérimentateurs attribuent à l'absorption de l'eau ce qui peut être mis simplement sur le compte de l'emmagasinement dans les tissus des gaz et des matières solides qui n'en sont plus expulsées. On le voit, les expériences déjà faites ne prouvent nullement l'absorption de l'eau par la peau (1).

Nous ne pouvons insister davantage sur ce sujet; mais ce que nous venons de dire suffira sans doute pour montrer que la question de l'absorption est loin d'être tranchée, et que le facteur qui joue le principale rôle dans les variations de poids du corps humain immergé est, comme dans l'air, l'exhalation cutanée, dépendante elle-même de la pression extérieure, de la température et de la durée du bain.

L'excès de pression, le rapport entre les variations des pertes pulmonaires et cutanées, les modifications qui en résultent pour la circulation générale suffisent largement pour mettre les faits d'accords avec la théorie et pour expliquer les effets toniques des bains froids, les vertus spéciales des bains modérés et des bains très-chauds. Les qualités d'une eau résideraient donc en grande partie dans sa température propre et sa densité; mais il importe néanmoins de tenir compte également de la composition chimique, qui peut servir d'adju-

(1) Il peut y avoir absorption de principes salins, mais quand la température du bain est supérieure à celle du sang.

vant précieux aux échanges gazeux de la perspiration, exciter la peau et le système nerveux et, en modifiant l'atmosphère ambiante, introduire des éléments minéralisateurs dans l'air inspiré par le poumon.

Il serait imprudent de poser dès aujourd'hui des conclusions; les éléments d'appréciation manquent de rigueur ou font défaut. M. Jamin vient d'établir à la Sorbonne une série d'appareils qui permettront d'introduire de la précision dans les recherches. Il a fait construire une balance donnant le poids de l'homme au gramme près; avec une baignoire chauffée au gaz, à température fixe, on déterminera la quantité de calorique transmise au liquide par le sujet en expérience; enfin, des récepteurs convenables mesureront les pertes pulmonaires. Il nous faut attendre les résultats du savant académicien.

Mais nous ne saurions, dans tous les cas, trop engager les physiciens et les chimistes qui passeront une saison aux eaux à reprendre les recherches de leur côté. Il serait temps d'en finir avec un problème d'un si haut intérêt pour la thérapeutique et qui a vainement exercé jusqu'ici la sagacité des médecins et des physiologistes. HENRI DE PARVILLE.

De l'action du sulfate de fer sur la végétation.

Par M. EUSÈBE GRIS.

Les journaux d'agriculture s'occupant beaucoup en ce moment des travaux de M. Eusèbe Gris, nous croyons devoir reproduire un note qu'il nous envoyait pour notre journal, *la Revue scientifique*, à laquelle il était abonné. Cet article, qui a paru dans le numéro de novembre 1842, p. 268, paraît être le premier qu'il ait écrit sur ce sujet, et c'est en cela que nous le croyons curieux et bon à reproduire. Dr Q.

« Toutes les personnes qui, par état ou par goût, se livrent à la culture des fleurs, et surtout à celle des végétaux de serres, éprouvent chaque année la contrariété de voir un plus ou moins grand nombre de plantes maladives, chétives, pâles, étiolées, dont les feuilles, en un mot, paraissent ne point contenir de chlorophylle, ou du moins dont la chlorophylle est dans un état particulier d'altération. En 1840, je soumis à quelques essais des plantes qui présentaient à un haut degré l'état pathologique dont je parle, bien que les soins ordinaires d'une bonne culture ne leur manquassent nullement.

Guidé par l'effet que produisent presque constamment les préparations du fer sur le principe colorant du sang (cruorine, hématosine), j'eus l'idée d'essayer l'action des mêmes préparations sur le principe colorant des feuilles (chlorophylle, cloromule de de Candole). Certainement je m'appuyais sur une théorie bien hasardée, et qu'on peut considérer encore aujourd'hui comme telle. Je suis loin de soutenir que la cause qui avive l'hématosine sous l'influence des sels de fer soit la même que celle qui ranime la couleur de la chlorophylle sous l'influence des mêmes sels. Mais qu'importe la cause, si l'effet est le même dans les applications? Si le fer sulfaté, en un mot, produit sur une plante étiolée l'effet qu'il produit ordinairement sur un sang pâle et appauvri?

Mes premières expériences ont eu lieu sur des calcéolaires, plantes fort sujettes au genre d'altération dont je parle. Je les soumis à l'action d'une faible dissolution de sulfate de fer. Je fus bien flatté de les voir peu à peu se ranimer, verdir, émettre de jeunes pousses colorées, donner des fleurs plus belles, présenter en un mot une végétation vigoureuse. Des hortensias, des héliotropes, des orangers, un camélia, etc., furent soumis au même traitement dans le courant de la même année : le résultat fut le même.

L'action du sulfate de fer n'a été suivie d'aucun effet fâcheux sur la végétation des deux dernières années.

Des expériences du même genre furent continuées en 1841 avec le même succès. J'eus, dès cette époque, l'intention de publier une note sur ce sujet; j'y renonçai, pensant qu'une troisième année d'épreuves donnerait plus de force encore aux conclusions que je désirais déduire :

Aujourd'hui, il y a pour moi conviction.

Donc, voici le nom des plantes qui ont été soumises au *traitement* en question depuis mars dernier.

Huit ou dix variétés de *pelargonium*.
Des calcéolaires.
Cineraria King.
Fabiana imbricata.
Heliotropium pesruvianum.
Lychnis grandiflora.
Asclepias fruticosa.
Chrysanthemum indicum.
Des orangers.
Matricaria parthenoides, etc., etc.

La cinéraire, couverte de pucerons, était expirante. Elle est aujourd'hui en pleine végétation. On sait qu'en général les pucerons se multiplient d'autant plus sur une plante que la végétation est plus languissante. Toutes ces plantes étaient cultivées en pots. Jusqu'à présent, je n'ai traité par le moyen indiqué que deux ou trois végétaux de pleine terre (pensées). La couleur des pétales, qui s'était affaiblie en même temps que celle des feuilles, s'est avivée comme la chlorophylle. Aucune monocotylédone, ainsi qu'on le voit, n'a été soumise à l'action du sulfate de fer. En général, les plantes de cette division me semblent moins sujettes à l'*étiolement maladif* que les dicotylédonées, du moins celles que je cultive.

Voici, en peu de mots, comment la plante est traitée. Je fais dissoudre, à froid, 8 grammes (2 gros) de sulfate de protoxyde de fer du commerce (vitriol vert ou couperose verte) dans un litre d'eau; la plante, selon son état d'altération plus ou moins avancé, est placée à demi-soleil ou à l'ombre; à l'*ombre* quand elle est très-malade; la terre du pot est entrenue légèrement humide avec de l'eau ordinaire (si cette terre était sèche, il faudrait que la solution ferrugineuse fût plus étendue); puis la plante en question est arrosée tous les cinq ou six jours, avec plus ou moins de la dissolution indiquée ci-dessus, selon la force de cette plante; 40 à 60 grammes pour un calcéolaire, par exemple. Plus la plante sera délicate, plus elle exigera nécessairement de précaution pour les arrosements (1). Les primevères, par exemple, supporteront sans souffrir une eau ferrugineuse plus concentrée, et des arrosements plus souvent répétés.

Deux, trois, quatre, cinq arrosements suffisent ordinairement; parfois il faut les continuer plus longtemps. Un *pelargonium inquinans* complétement étiolé a reverdi d'une manière surprenante après deux arrosements.

Je pense que ces expériences peuvent être tentées en toute saison dans les serres. Il est très-probable cependant qu'on a plus de chance de succès au printemps. Jusqu'à présent je ne les ai pas faites en hiver.

Il est bien entendu que l'emploi du sel en question ne dispense pas des soins ordinaires d'une bonne culture, c'est-à-dire terre et pots convenables, rempotages, destruction des insectes, exposition, etc,. etc. Néanmoins, le fait suivant tend à faire espérer que, parfois, le sulfate de fer agit même en dehors des conditions ci-dessus énoncées.

Une primevère de choix, cultivée depuis trois ans dans un petit pot, s'était complétement étiolée depuis trois mois, évidemment parce qu'elle avait besoin de terre nouvelle et d'un plus grand pot; des arrosements au sulfate de fer l'ont fait reverdir sans rempotage.

Je conclus : 1° le sulfate de fer est un engrais stimulant, dans l'acception que Chaptal donnait à ces mots; 2° il ne présente point de danger dans son emploi bien entendu; 3° son action est manifeste sur le principe colorant de la feuille; 4° c'est un des sels les plus abondants dans le commerce; 5° c'est un de ceux dont le prix est le moins élevé : avec 10 à 15 centimes on peut *traiter* une centaine de plantes; 6° peut-être serait-il applicable à l'horticulture en grand (la culture des pêchers par exemple), à l'agriculture. »

(1) Note extraite d'expériences nouvelles faites depuis. — Les plantes plongées immédiatement dans une dissolution de sulfate de fer à un quarantième périssent plus ou moins promptement, en absorbant ce sel sans le décomposer. Les plantes arrosées simplement avec une faible dissolution du même sel l'absorbent, mais il se décompose, en très-grande partie du moins, dans le tissu du végétal qui, après quelque temps, ne contient plus que du fer probablement à l'état de peroxyde.

24191 PARIS. — Typographie de RENOU et MAULDE, rue de Rivoli, 144.

LIBERTÉ. — ÉGALITÉ. — FRATERNITÉ.

LE MONITEUR SCIENTIFIQUE-QUESNEVILLE.

JOURNAL DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES.

Avec un Bulletin médical et de pharmacie.

LA SANTÉ ET L'HYGIÈNE.

JOURNAL MENSUEL.

ABONNEMENTS : **20** fr. par an FRANCO pour la France, **25** fr. pour l'étranger et **30** fr. pour pays d'outre-mer. — Chaque livraison : **2** francs.

On s'abonne chez M. le docteur QUESNEVILLE, rue de Buci, 12, à Paris.

369e Livraison. SEPTEMBRE. Année 1872.

SOMMAIRE.

Pages

Revue des inventions nouvelles; par M. A. Jouglet.................... 707

Recherches sur la cochenille; par MM. Liebermann et Dorp. — Traduit de l'allemand par M. C. Baumfeld.................... 724

Fabrication de l'outremer par une seule calcination; par M. Furstenau.................... 736

La coralline. — Son emploi dans la teinture et l'impression en Allemagne...... 738

Impression de la coralline sur laine.................... 740

Beurre artificiel; par M. Mège-Mouriez.................... 740

Communication de M. Troost à la Société d'encouragement. — Extrait d'un rapport de M. F. Baudet au Conseil de salubrité.................... 740

Recherches sur la fermentation alcoolique; par M. Dumas.......... 744

Sur les ferments appartenant au groupe de la diastase; par M. Dumas.................... 755

De la préservation des bois de construction; par M. R.-H. Buell, C. E. 756

Nouveau procédé de fabrication de la bière; par M. Pasteur......... 765

Notice; par M. A. Jouglet, avec le brevet d'invention et la planche représentant l'appareil de M. Pasteur.................... 765

Recherches sur le rôle de l'acide sulfureux employé pour opérer la saccharification et l'alcoolisation des grains, d'après une méthode nouvelle; par MM. V. Hemilian et N. Melnikoff, chimistes russes.................... 770

Revue de physiologie et de chimie physiologique.................... 772

De l'absorption par le tégument externe. — Loi générale de ce phénomène. — De l'influence des eaux alcalines sur les calculs biliaires; par M. E. Ritter. — Recherches sur la chondrine; par MM. Moleschott et Rubini.................... 772

Académie des sciences.................... 775

SÉANCE DU 5 AOUT. — Recherches sur la fermentation alcoolique et sur les ferments de la diastase; par M. Dumas. — Analyse de la lumière émise par les composés d'uranium phosphorescents; par M. Ed. Becquerel. — De l'amélioration des vins par le chauffage. — Procès-verbal de dégustation; par M. Pasteur. — Sur la race négrito, en général; par M. Quatrefages. — Sur la phosphorescence animale;

Pages
par le même. — MM. Planchon et Weddel nommés correspondants. — Du dosage rapide des phosphates naturels; par M. G. Ville. — M. Houzeau ou l'ozone *à mort*. — Dérivés du tétrachlorure de naphtaline; par M. E. Grimaux........................ 775

SÉANCE DU 12 AOUT. — Mort de M. Delaunay. — La flore carbonifère du département de la Loire; par M. Grand'Eury. — Digue du Pinay. — Transformation de l'acide tartrique droit en acide racémique; par M. E. Jungfleisch................. 780

SÉANCE DU 19 AOUT. — Pouvoir refroidissant des gaz. — De quelle nature est l'ozone? — Les bons jeunes gens aidant les gens âgés et *opérant eux-mêmes*. — De l'emploi combiné de la morphine et du chloroforme pendant les opérations chirurgicales; par M. Demarquay. — Aptitude de certains gaz à acquérir, sous l'influence de l'électricité, des propriétés actives persistantes ; par M. Chabrier. — Legs du maréchal Vaillant à l'Académie. — Recherches comparatives sur l'absorption des gaz par le sang; par M. Gréhant. — Réclamation de M. J. Guérin. — Sur la sursaturation de l'eau ordinaire; par M. Tellier. — Séance publique renvoyée au 25 novembre prochain.. 781

Faits divers.. 783

Les arsenaux chinois. — Emploi industriel de l'ozone en Amérique. Lettre de M. C. Wideman. — Une vaste école agricole à Proskau. Lettre de M. Gerber-Keller. — *Erratum*.. 783

PUBLICATIONS NOUVELLES.

Études sur le vin, ses maladies, causes qui les provoquent. Procédés nouveaux pour le conserver et pour le vieillir; par M. L. PASTEUR, membre de l'Institut et de la Société royale de Londres. — Deuxième édition, remaniée et considérablement augmentée, principalement en ce qui concerne les appareils sur le chauffage des vins. — Paris, 1872. Un volume grand in-8° de 320 pages, avec 32 planches imprimées en couleur et 25 gravures dans le texte, dont 15 représentant les appareils nouveaux sur le chauffage des vins. — Prix : 18 francs. Chez SAVY, libraire, rue Hautefeuille, n° 24.

La première édition de cet ouvrage a paru en 1866. Deux années après, elle était épuisée. Les occupations nombreuses de l'auteur et la guerre de 1870-1871 ont retardé jusqu'à ce jour l'édition qui paraît aujourd'hui et qui est attendue avec une vive impatience. On trouvera dans cette édition quelques additions importantes: la description des nombreux appareils imaginés par l'industrie pour appliquer le procéde de chauffage préalable du vin, dans le but d'en assurer la conservation ; la constatation des résultats obtenus par cette application et par quelques autres que l'auteur avait déduites de ses premières études et l'influence du chauffage sur l'amélioration des vins.

Cette édition ne le cède en rien, pour la perfection, à celle que l'Imprimerie impériale avait exécutée en 1866. Les belles planches en couleur et tous les clichés de l'ancienne édition se retrouvent dans celle-ci ; quant aux nouvelles planches, elles sont tout aussi pures que celles de la première édition, et M. Savy doit être particulièrement félicité pour cette publication, qui fait le plus grand honneur à sa capacité comme éditeur.

Librairie de Gauthier-Villars, éditeur,
QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, N° 55, PARIS.

Sur la force de la poudre et des matières explosives; par M. BERTHELOT, professeur au Collége de France. — 1 vol. grand in-18, de 192 pages. — Prix : 3 fr. 50.

Éléments de thermodynamique; par M. J. MOUTIER, ancien élève de l'École polytechnique. — 1 vol. grand in-18, de 164 pages. — Prix : 2 fr. 50.

REVUE DES INVENTIONS NOUVELLES.

Par M. A. Jouglet.

Appareil pour presser les pulpes; par M. Robert de Massy. — Procédé de purgation des masses sucrées dans les fabriques de sucre et les raffineries; par M. Linard. — Chemin de fer d'exploitation rurale, ou le porteur universel; par M. Corbin. — Traverses économiques pour chemins de fer; par MM. Riotot et Moley. — Système de construction des phares; par la Société nouvelle des forges et chantiers de la Méditerranée. — Freins automatiques pour wagons; par M. Exter. — Locomotive routière; par M. Chamousset. — Appareil pour conserver, transporter et embarquer sans danger de grandes quantités d'huile de pétrole, de benzine, etc.; par M. Cech. — Fabrication des plaques de blindages; par M. Jeavons. — Perfectionnements dans les régulateurs de machines à vapeur; par MM. Robey et Richardson. — Machine à tailler ou haver la houille, les roches et autres minéraux; par M. Cochrane. — Machine à casser les pierres; par M. del Ferdinand. — Système de grue; par M. Verdière. — Mode d'apprêtage des canons de fusil en damas et en torche; par M. Orval. — Revolver à cartouches; par MM. Rolland et Renault. — Construction des cartouches pour armes à feu; par M. de Dartein. — Foyer fumivore; par M. Leroy-Dreptin. — Modifications à la cuisinière en fonte, ses organes accessoires et les procédés de construction; par M. Godin-Lemaire. — Fabrication des matières stéarineuses; par M. Delheid. — Chauffage des fours à cornues pour la distillation du gaz d'éclairage par les combustibles menus; par MM. Muller et Eichelbrenner. — Système de serrure; par MM. de Négrier, Boudot, Farinaux et Rœttger. — Appareil de concentration de l'acide sulfurique dans le plomb à l'aide du vide; par M. de Hemptinne. — Composition pour l'entretien des meubles polis; par M. Truyens-Charels. — Imperméabilité des chaussures; par M. Rœlandt. — Poudre dépilatoire; par M. Watteau. — Fabrication du coton à coudre; par M. Brook. — Machine à carder et à filer; par M. Goulding. — Jambe artificielle; par M. Mortiaux. — Appareil à eau de seltz; par M. Maldiné. — Parachute pour ascenseurs; par M. Salva. — Fourneau à gaz pour petit atelier; par M. Wiessnegg. — Frein pour chemins de fer; par M. Stilmant. — Calibre plastique; par M. Reigel. — Procédé de fabrication du chlore; par M. Deacon. — Compteur d'eau; par M. Klein. — Nouveau mode d'impression sur étoffes au moyen des précipitations métalliques; par M. Vial.

APPAREIL POUR PRESSER LES PULPES.

Dans son nouvel appareil, M. Robert de Massy, qui continue toujours de travailler avec le même succès, opère la pression des pulpes à l'aide de plateaux qui se rapprochent variablement et se trouvent placés à une certaine distance les uns des autres; un anneau pourra fermer l'intervalle compris entre eux, ou bien on emploiera un tissu quelconque. Dans ce dernier cas, on devra fixer le tissu à l'aide d'une tringle qui serait vissée au-dessous du plateau; la partie opposée se terminerait par un fourreau dans lequel on passerait une tringle qui serait retenue au plateau inférieur par de petits crochets, de manière que le déplacement de cette pièce soit facile. Suivant encore les matières sur lesquelles on agirait, on placerait ces tringles plus ou moins éloignées des extrémités, de telle sorte que les matières proposées les fixent plus fortement sur les plateaux, et qu'en même temps les tissus subissent une fatigue moins grande.

Dès que les plateaux sont convenablement disposés, on remplit les intervalles avec la matière que l'on doit presser, en la plaçant soit entre chaque plateau, soit, ce qui est préférable, par l'une ou l'autre extrémité, ou premier plateau; un trou correspondant à d'autres trous percés dans chacun des plateaux permettrait une répartition égale de la matière entre tous les plateaux; et même, si cette première opération est faite avec une énergie suffisante, on peut, par ce moyen, effectuer une pression préparatoire. Les plateaux peuvent être placés verticalement aussi bien qu'horizontalement; ils peuvent se mouvoir sur des glissières polies aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur; ils peuvent être unis, cannelés, etc.; c'est de la nature seule du travail que dépendent ces variations de construction. La charge faite, les plateaux seront serrés les uns contre les autres par une presse hydraulique ou tout autre mécanisme que l'on placera soit à l'une des extrémités, soit aux deux extrémités; le rapprochement des plateaux se fera par la pression. Dans le cas où l'on agirait avec des anneaux, on rapprocherait les plateaux les uns des autres en recouvrant l'épaisseur des plateaux

Ceux-ci auraient naturellement une épaisseur égale au recouvrement. Si l'on se sert de tissus, ils ne laisseraient échapper que le jus. Si l'on voulait joindre les moyens, le tissu et l'anneau, les anneaux recouvriraient également l'épaisseur du plateau ; les tissus se plieraient comme on l'a indiqué précédemment.

La description précédente est un extrait d'un brevet récent de M. Robert de Massy. L'infatigable industriel n'est pas à son premier brevet, ni à son premier... succès. L'appareil a déjà répondu aux espérances que l'on avait fondées sur lui.

PROCÉDÉ DE PURGATION DES MASSES SUCRÉES DANS LES FABRIQUES DE SUCRE ET LES RAFFINERIES.

M. Linard a remplacé les appareils à force centrifuge par d'autres engins dont le principe est entièrement différent. Ces appareils consistent dans des presses-filtres que l'on emploie déjà dans la fabrication du sucre pour le travail des écumes et dans d'autres industries. La matière semi-fluide qui doit être purgée s'introduit dans des compartiments d'une faible épaisseur qui sont garnis d'une toile filtrante ou d'un autre engin ; cette matière arrive avec pression soit par l'action d'une pompe, soit par l'action d'un monte-jus. La partie liquide s'échappe à travers le tissu, et la partie solide est retenue dans le compartiment.

CHEMIN DE FER D'EXPLOITATION RURALE.

Depuis l'établissement des sucreries, on a cherché fréquemment à résoudre une question importante qui a suggéré parfois aux inventeurs d'ingénieuses combinaisons. Les câbles transporteurs ont paru un moment accueillis avec faveur; plus tard on est revenu aux locomotives routières ; d'autre part on s'est rejeté sur les tuyaux de M. Linard. Toutes ces dispositions ont leurs avantages, elles ont aussi leurs inconvénients.

Et on continue de chercher.

Une modification, remarquable par son économie, a été proposée par M. Corbin ; elle est curieuse à plusieurs points de vue, et je suis disposé à partager quelques conclusions d'un rapport de M. Mangon sur l'engin que M. Corbin appelle *porteur universel.*

Les frais de transport prennent une part importante dans la valeur des produits agricoles. Dans les campagnes de Russie, l'hectolitre de blé vaut 5 francs; à Odessa, ce prix est doublé; les frais de navigation triplent cette valeur quand le blé arrive à Marseille, et, après un parcours de 863 kilomètres en chemin de fer, après d'autres frais divers, cette valeur se trouve au moins quadruplée, lorsque le blé arrive sur le marché de Paris. A ce titre, les chemins de fer ont amené un immense progrès; le blé est transporté en trente heures, sur cette longueur de 863 kilomètres, avec des employés bien vêtus, bien nourris, bien payés, à moins de frais que sur une longueur de 200 kilomètres, comme le font en un mois de malheureux paysans russes, à peine payés, mal vêtus, encore plus mal nourris. Ils rendent des services bien plus grands encore à l'agriculture par le transport des amendements; ainsi, grâce à eux, la Sologne peut employer par an 20,000 mètres cubes de marne, sans laquelle ce pays serait encore un désert improductif.

Mais c'est surtout dans les charrois à petite distance que les transports ont une grande importance. Le cultivateur, en réalité, ne cesse pas, pour ainsi dire, d'être occupé par les charrois ; la nourriture des animaux, les fumiers, les engrais, les instruments de labourage, les récoltes, les bois, les matériaux pour l'entretien et les réparations, entretien des chemins, donnent lieu à des transports continuels, et il n'y aurait peut-être pas d'exagération à évaluer ces transports, pour la culture un peu perfectionnée d'un domaine, à 100,000 kilogrammes par hectare cultivé et par an. On comprendra donc aisément que la moindre économie réalisée sur des dépenses de cette nature, se répétant partout dans une industrie aussi universelle que l'agriculture, produise des centaines de millions d'économie la production agricole de la France.

Si les transports à grande distance ont reçu des perfectionnements notables, il n'en est pas ainsi de ceux qui s'effectuent à l'intérieur des domaines. Les chemins d'exploitation, qui sont presque toujours en mauvais état, et les terres labourées ne peuvent être parcourus qu'avec

de grands efforts de traction. Quelques fermes ont adopté de petits chemins de fer intérieurs pour faciliter les transports des fourrages et des fumiers ou d'autres matières qui sont mues toujours dans les mêmes directions ; mais cet emploi est assez borné. On a essayé aussi, depuis longtemps, d'établir des chemins de fer portatifs ou faciles à déplacer. Dès 1850, on employait des systèmes de ce genre dans la Campine belge pour transporter des composts ; ils sont en usage dans les fermes qui exploitent le lac de Harlem desséché, et dans le Lincolnshire. Il faut reconnaître néanmoins que ces chemins de fer transportables sont loin d'être suffisamment commodes et qu'ils laissent beaucoup à désirer.

M. Corbin a repris cette question importante et a cherché à en résoudre les difficultés pratiques ; les résultats auxquels il est arrivé ne manquent pas que de satisfaire l'industrie. L'inventeur a diminué le poids et la dimension de chacun de ses wagonnets, de manière que la charge du train fût répartie sur une plus grande longueur du chemin de fer et qu'elle ne dépassât pas, sur chaque paire de roues, une limite assez faible.

Il a pu, dès lors, réduire les dimensions des cadres du chemin de fer sans que leur solidité fût compromise et les rendre plus légers, plus maniables et plus faciles à transporter et à déplacer. Ces cadres, composant la voie, sont formés d'échelles en bois léger d'une longueur de 5^{m}.30 ; les longrines sont garnies, suivant l'arête intérieure, de bandes de fer plat ou de fer d'angle fixées par des clous ou des vis. Les extrémités de ces longrines sont garnies de petits sabots en fer, disposés de manière qu'on puisse réunir les échelles bout à bout par de simples chevilles en bois. Le train qui circule sur ce chemin est formé par de simples plates-formes sur lesquelles on pose ou des corbeilles ou des civières à claire-voie contenant la charge. Le premier de ces wagonnets possède quatre roues ; les autres wagonnets ont deux roues placées à l'arrière, et à l'avant ils reposent, par une barre de traction rigide, sur une goupille en fer fixée à l'arrière du wagonnet précédent. Cette disposition donne au train une grande flexibilité, elle réduit le nombre des paires de roues, et, par suite, les résistances et les chances de déraillement.

M. Corbin a formé trois types de chemins de fer portatifs auxquels se rapportent les chiffres suivants :

	N° 1.	N° 2.	N° 8.
Entre-voie	0^{m}.33	0^{m}.475	0^{m}.68
Poids par mètre courant de voie	3^{k}.600	5^{k}.200	9^{k}
Prix par mètre courant de voie	2 fr. 50	3 fr. 50	4 fr. 50
Prix des wagonnets à quatre roues	20 fr.	30 fr.	75 à 125 fr.

Ce chemin de fer offre, pour la légèreté, la solidité et la facilité d'installation et de manœuvre, des avantages tout à fait sérieux. Il se prête à tous les usages, et peut même être établi sur les terrains humides d'une consistance médiocre. Il a été employé avec succès pendant l'automne de 1871, dans plusieurs fermes proches des sucreries, et il semble propre à faire des transports à travers les prairies dans lesquelles on craint les détériorations causées par les roues des voitures, comme cela se présente souvent dans les Ardennes et dans quelques localités des départements du nord de la France.

TRAVERSES ÉCONOMIQUES POUR CHEMINS DE FER.

Le système de traverse de MM. Riotot et Moley se compose d'un coupon de rail à double champignon de rebut, ou tout autre fer, sur lequel viennent s'adapter deux tasseaux en bois d'une longueur de 0^{m}.70, d'une épaisseur de 0^{m}.15 et d'une largeur variable de 0^{m}.20 à 0^{m}.30 ; ces tasseaux sont fixés au coupon de rail au moyen de deux boulons en fer forgé, et ils sont coupés dans les parties conservées des vieilles traverses de rebut, qui ne sont aujourd'hui utilisées que comme bois de chauffage, et quelquefois employées par les boulangers, ce qui est fort condamnable et ce qui ne paraît pas préoccuper sérieusement les conseils d'hygiène et de salubrité.

Il s'agit d'employer toutes les traverses qui ont conservé leur base intacte, mais qui sont altérées dans les parties où reposaient les coussinets ou les patins des rails ; alors, pour remplacer ces parties extrêmes, défectueuses, impropres au service, on enlève ces parties à

la scie et on y substitue des antures prises parmi les traverses de rebut, dans les parties centrales qui sont généralement conservées ; ces antures seront faciles à trouver à raison de leur faible longueur, qui mesure environ 0m.90.

SYSTÈME DE CONSTRUCTION DES PHARES.

Cette invention appartient à la *Société nouvelle des forges et chantiers de la Méditerranée*, qui a déjà créé plusieurs innovations aussi remarquables qu'importantes.

Le procédé dont je vais donner une description succincte est l'application aux phares du système tripode, employé depuis quelque temps pour les mâtures en tôle des navires. On a pour ces derniers remplacé les étais et haubans par des arcs-boutants en tôle parfaitement reliés aux mâts et à la coque des bâtiments, et travaillant simultanément à la traction et à la compression. La disposition appliquée aux phares consiste dans l'emploi d'un mât central en tôle, contenant l'escalier pour monter à la chambre supérieure, et de trois ou un plus grand nombre d'arcs-boutants venant contre-tenir le mât central, reliés avec lui par une attache ou plusieurs attaches ; toute la masse est solidement scellée dans le sol et travaille conséquemment par traction et compression. De ce mode d'emploi des matériaux il résulte une économie sensible dans la construction et des facilités dans le montage.

FREIN AUTOMATIQUE POUR WAGONS.

Tel est le nom de l'invention de M. Exter.

Le frein automatique combiné est mis en action en partie par un ressort dont l'effet est anéanti par la traction de la chaîne d'attelage, en partie par la pression des tampons. L'arbre appliqué à la traverse du châssis du wagon porte, pour chaque tige des tampons, un levier qui est tiré par le ressort en spirale. Ce ressort vient buter sur l'équerre attachée comme écrou à la tige du tampon et attire la tige, et, au moyen de celle-ci, le levier avec une force modérée, de sorte que le frein est suffisamment serré pour que le wagon ne puisse pas se mettre en mouvement sur la plus forte inclinaison du chemin de fer. Le frein se serre au moyen de la tige de traction ordinaire, qui est tirée par le petit levier de l'axe. La tige de traction est munie, à son extrémité, d'une vis qui est portée dans l'écrou par la rotation duquel la tige est raccourcie successivement, selon l'usure des sabots en bois du frein. La rotation de cet écrou résulte aussitôt que le levier fait son plus grand mouvement, quand le crochet entre toutefois dans la dent prochaine de la petite roue d'arrêt appliquée à l'écrou, et tourne quand le levier avec la roue descend l'écrou d'une dent. Le frein n'est plus serré dès que la chaîne attachée à l'attelage à tendeurs est tirée. Cette chaîne agit au moyen de la tige et du levier, et de la tige sur le levier, et fait cesser ainsi la traction du ressort sur le levier et l'action du frein. Mais la pression peu considérable qui est donnée aux sabots par cette construction est essentiellement augmentée, quand les tampons avec les équerres sont pressés en dedans et agissent au moyen des ressorts sur l'axe du frein. Les ressorts, par leur élasticité, servent dans ce cas aussi à empêcher une trop grande pression des chocs de tampons sur le frein. Dans le premier cas, la tige est fixée au moyen du ferret. Le ferret peut être ôté au moyen du petit levier à poids avec le pied, ou de chaque côté du wagon par la tringle.

LOCOMOTIVE ROUTIÈRE.

Encore une et ce ne sera pas la dernière. Celle-ci est de M. Chamousset.

D'après M. Chamousset, le nouvel engin présente sur les autres systèmes cette différence capitale que la chaudière et les organes moteurs sont portés sur deux trains spéciaux, la chaudière se trouvant remorquée comme un simple wagon et ne concourant nullement à produire l'adhérence. Cette séparation aurait, paraît-il, pour conséquence immédiate de permettre l'augmentation, dans une proportion considérable, de la puissance des machines routières; cela semble rationnel. En effet, le poids que peuvent supporter trois ou quatre roues destinées à rouler sur les routes ordinaires est nécessairement limité, et c'est la limite de ce poids qui empêche de donner à ces machines les dimensions dont elles auraient besoin dans

la plupart des cas. Car c'est des dimensions même de la chaudière et de sa surface de chauffe, par conséquent, que dépend principalement la puissance de la machine; or ce système, répartissant la charge sur deux trains, pourrait fournir le moyen d'augmenter le poids et les dimensions de la chaudière, ainsi que ceux du mécanisme. De plus, puisque l'on n'est gêné par aucun organe moteur, on peut à la surface de chauffe directe donner la plus grande dimension, ce qui produit une économie considérable de combustible et augmente beaucoup la puissance de vaporisation de la chaudière. Dans ces conditions, ces machines pourraient entraîner de fortes charges et remonter des pentes rapides, ce qui est une condition indispensable pour leur permettre d'être employées avec succès et d'être appliquées plus fréquemment.

La séparation des deux trains différents du mécanime et de la chaudière présente encore différentes innovations que j'indiquerai en quelques mots.

Tout d'abord, le générateur peut être suspendu d'une manière plus sensible, par suite il se trouve garanti des chocs et des trépidations qui souvent augmentent notablement la quantité d'eau entraînée par la vapeur et produisent pour cette raison une perte considérable de travail utile.

En second lieu, l'application de la puissance aux roues motrices peut avoir lieu plus directement, et la faculté d'augmenter les dimensions du cylindre fournit le moyen d'augmenter la détente et de réduire la vitesse des pistons, ce qui facilite l'introduction et diminue la résistance à l'échappement.

Enfin, les formes et la disposition des autres organes du mécanisme peuvent être simplifiées, de manière à permettre d'abaisser leur prix de revient et de faciliter les réparations.

Ce système d'établissement des machines routières a permis à l'inventeur de disposer au-dessus des organes moteurs un plancher susceptible de recevoir des marchandises dont le poids augmenterait l'adhérence de la machine, des caisses à eau, etc.

APPAREIL POUR CONSERVER, TRANSPORTER ET EMBARQUER SANS DANGER DE GRANDES QUANTITÉS D'HUILE DE PÉTROLE, DE BENZINE, ETC.

Cette invention qui arrive de Prague a pour auteur M. Cech, un savant distingué et un bon praticien. On a fait mieux encore que M. Cech, mais son invention n'en demeure pas moins satisfaisante. Cette question à déjà beaucoup occupé les inventeurs qui n'ont pas encore résolu définitivement le problème.

M. Cech s'est proposé de construire un appareil dans lequel on pourrait conserver de grandes quantités de liquide inflammable et puiser à volonté pour les exigences de la vente en détail.

Le principe de son invention consiste à isoler le réservoir d'huile volatile, puis à le mettre à l'abri de l'inflammation des vapeurs très-volatiles qui peuvent s'en dégager. L'isolement du réservoir, dont les dimensions peuvent être considérables, ne permet pas de s'échauffer jusqu'au point de prendre feu, même dans ce cas où, par suite d'un accident, il se produirait une combustion dans son voisinage; l'exclusion totale de l'air ne permettrait alors au liquide que de se dilater sans explosion ou sans rupture du vase. Ces moyens préviennent donc le danger qui résulterait de la présence de corps enflammés dans le magasin.

Toutes les parties du réservoir d'huile sont semblablement couvertes d'un corps mauvais conducteur du calorique. On doit mettre de la même manière, à l'abri du feu, le robinet qui sert à tirer les quantités réclamées pour la vente, et, dans le cas de la présence d'un corps en combustion, empêcher la chaleur d'atteindre le liquide. Cet appareil préservateur consiste en une caisse rectangulaire construite de manière à remplir cette condition. Cette caisse enveloppe le robinet et peut, pendant l'usage, être relevée au moyen d'une charnière qui permet qu'on l'abaisse ensuite.

S'il se déclarait dans le magasin un incendie assez intense ou assez durable pour élever le liquide à 80 degrés centigrades, et même pour le porter à l'ébullition, l'appareil ne serait cependant exposé à aucun danger d'explosion, parce que les vapeurs qui se formeraient pourraient s'échapper par un tuyau d'évent qui les porterait au dehors, loin du lieu où sévirait l'incendie.

FABRICATION DES PLAQUES DE BLINDAGE.

M. Jeavons a imaginé un procédé de fabrication particulier de plaques de blindage, des barres destinées à des ouvrages de fortifications, et autres grosses pièces en fer malléable, en acier ou en acier et fer combinés : ce procédé permet non-seulement d'améliorer considérablement la fabrication de ces produits, mais encore de les obtenir avec une plus grande économie. M. Jeavons a aussi imaginé certaines méthodes perfectionnées de cintrage des plaques de blindage et des appareils servant à l'exécution de ces méthodes.

Dans la fabrication ordinaire des plaques de blindage ou autres grosses pièces de fer malléable destinées à des ouvrages de fortification, on lamine le fer puddlé ou les riblons, de manière à en former des barres méplates ayant une largeur de $0^{m}.300$, $0^{m}.375$ ou $0^{m}.450$ environ; celles-ci sont généralement recoupées en bouts plus petits qui sont mis en paquet, réchauffés, martelés et laminés de nouveau en barres méplates semblables; ces barres sont aussi remises en paquet et laminées, de manière à produire une plaque ou petit moule. Ces petits moules ou plaques sont ensuite réduits en une grandeur donnée, suivant les besoins, puis on en superpose un certain nombre et on les lamine de nouveau, ce qui donne une plaque plus épaisse ou grand moule. Enfin, plusieurs de ces grands moules, superposés et passés au laminoir, forment une plaque de blindage.

Ce mode de fabrication nécessite une installation coûteuse et exige beaucoup de travail et de temps; la méthode de M. Jeavons remédie à ces inconvénients.

L'inventeur forme les paquets qui doivent entrer dans la composition des pièces du genre indiqué précédemment, en empilant entre des plaques planes supérieures et inférieures ou moules, des barres du commerce, par exemple, méplates ou carrées, ou des billettes complétement faites soit de fer, soit d'acier, soit partiellement de fer et d'acier; à ces barres on donne préférablement une épaisseur de $0^{m}.037$, ou bien on peut former les paquets de la même manière, avec des barres faites complétement de fer ou d'acier, ou partiellement de fer, partiellement d'acier, ayant des sections spéciales.

Un premier genre consiste en barres méplates présentant des ailes en forme de demi-queue d'aronde; on a soin, dans ce cas, de placer les barres de manière qu'elles s'ajustent les unes dans les autres, en se recouvrant. Un autre genre que l'on peut encore employer pour former les paquets en les superposant entre les plaques ou moules, que ces moules soient produits de la manière ordinaire ou par un des moyens perfectionnés, consiste en barres (fer, acier ou ces deux métaux mêlés) dont les champs longitudinaux sont taillés ou verticalement ou en biseau; chacune d'elles présente un évidement longitudinal sur sa face supérieure et sa face inférieure ou sur une des faces seulement.

PERFECTIONNEMENTS DANS LES RÉGULATEURS DES MACHINES A VAPEUR ET DANS LES APPAREILS QUI S'Y RATTACHENT.

MM. Robey et Richardson montent le régulateur sur l'arbre coudé de la machine et le relient avec l'excentrique qui règle l'admission de la vapeur dans le cylindre, de manière que le régulateur puisse agir pour varier l'effet et la portée angulaire de l'excentrique. Ainsi, par la valve que meut l'excentrique, on fait admettre de la vapeur dans le cylindre pendant une partie plus ou moins grande de la course, de façon à maintenir une vitesse approximativement uniforme, quelle que soit la variation de la charge de la machine. Avec une valve à tiroir ordinaire, les inventeurs procèdent préférablement de la manière suivante : ils découpent une rainure rectangulaire dans l'excentrique parallèle à une ligne reliant ses deux centres de mouvement d'avance et de recul; cette rainure s'ajuste sur une partie carrée de l'arbre de manivelle, sur laquelle l'excentrique glisse à angle droit par rapport à la manivelle. On ajuste dans la rainure deux coins qu'on relie avec la glissière du régulateur. Tandis que la glissière avance le long de l'arbre à manivelle, par l'effet du mouvement centrifuge du régulateur, l'un des coins est tiré en arrière et l'autre est tiré en avant, au travers de la rainure pratiquée dans l'excentrique, ce qui réduit le jeu de la valve et accélère la détente de la vapeur, tandis que la portée de la valve reste constante.

MACHINE A TAILLER OU HAVER LA HOUILLE, LES ROCHES ET AUTRES MINÉRAUX.

La machine de M. Cochrane est du genre des appareils dans lesquels on emploie la pression hydraulique pour agir sur une tige munie d'outils convenables. L'inventeur place donc les outils sur une tige dont une extrémité forme le pistion d'un cylindre à piston hydraulique; ce cylindre hydraulique est disposé sur un wagon qui peut fonctionner sur des rails ou d'une autre manière le long du front de taille. Le cylindre est monté sur un pivot ou autre support, de manière que l'on puisse faire varier et régler convenablement l'inclinaison de l'outil. Sur le cylindre hydraulique dans lequel se meut la tige armée d'outils se trouve un bras ou pièce de support qui, pénétrant dans la rainure ou havage, porte un autre cylindre hydraulique avec piston servant à assujettir ce bras dans la rainure pendant la marche travaillante en avant des outils. Ce bras est aussi disposé de façon à guider la tige porte-outils dans son mouvement. Le long du front de taille on dispose une barre ou un câble en fil de fer ou plusieurs organes de l'un ou de l'autre genre, pour aider à conserver le parallélisme de la rainure et pour faire avancer l'appareil après chaque course complète des outils. On dispose cette barre ou ce câble de la manière la plus convenable pour le travail proposé, et on peut employer la rainure même pour faire fixer le bout de la barre, laissant porter l'autre par l'appareil. Pour fixer l'appareil à la base ou au câble, on dispose un troisième cylindre hydraulique avec piston, par lequel le câble est saisi pendant la course complète, aller et retour des outils. Afin d'avancer l'appareil, pour entamer une tranche nouvelle, on peut employer les surfaces de la rainure comme point d'appui; mais on adoptera préférablement le système suivant. On dispose deux cylindres hydrauliques, le piston de l'un saisit la base du câble, et son cylindre devient le piston du second cylindre; par la course de celui-ci on fait avancer l'appareil d'une distance égale à l'épaisseur de la tranche qui va être entamée, en les réglant avec un écrou ou d'une autre manière. Les pistons hydrauliques sont disposés de façon à avoir une plus grande surface du côté où s'exerce la pression en arrière que du côté opposé où la pression doit seulement les retirer, et les tuyaux d'entrée de l'eau sont disposés de manière à maintenir une pression constante sur la face du piston qui est la plus faible; par ce moyen, le retour du piston s'exécute de lui-même. On peut admettre l'eau dans les cylindres, soit en manœuvrant un bras de levier, soit automatiquement par un mécanisme qui agit sur une soupape de distribution réglant l'entrée de l'eau dans les divers cylindres. La tige porte-outils en faisant sa course de retour peut effectuer ce mouvement.

MACHINE A CASSER LES PIERRES.

La machine de M. del Ferdinand se compose principalement d'un fort bâti en fonte présentant sur toutes ses faces une forme à peu près rectangulaire, et ayant dans son ensemble celle d'une caisse sans fond, d'une largeur étroite relativement à la longueur. A l'une des extrémités et dans toute la largeur intérieure de la machine, une plaque en fer ou en acier pouvant se changer à volonté est rapportée et tenue solidement au bâti au moyen d'une forte vis en fer. En face de cette plaque se trouve une forte pièce de fonte tenant aussi toute la largeur intérieure, traversée et supportée à son sommet par un arbre en fer rond dont les extrémités reposent d'une manière fixe dans le bâti de la machine. Cette pièce fait l'office de levier et elle peut tourner sur cet arbre en fer qui lui sert de point d'appui. La pierre à broyer est introduite par le haut dans le vide qui existe entre cette pièce en fonte et la plaque en fer; un arbre à excentrique, placé dans le bras, communique immédiatement à la pièce mobile un petit mouvement circulaire alternatif qui la rapproche de la plaque en fer et opère, par l'effet de la compression, le cassage de la pierre. Les surfaces de ces deux pièces sur lesquelles se fait ce travail présentent l'une et l'autre un plan incliné; leur distance au moment où l'excentrique étant au bord de sa course les rapproche davantage, forme un angle équivalent à 25 degrés environ, et donnant dans le haut de $0^{m}.17$ d'ouverture pour l'introduction de la pierre, et, dans le bas où elle s'échappe, celle de $0^{m}.02$. Pour éviter l'usure on a rapporté sur la pièce en fonte mobile deux plaques en acier, l'une à l'endroit où a lieu le frottement de l'excentrique, l'autre sur la face opposée où s'effectue le cassage de la pierre.

L'arbre à excentrique tourne dans deux forts coussinets en bronze; il est fixé dans le bas de la machine, afin que la communication du mouvement donnant la compression se produise avec une grande puissance à l'extrémité du levier; un volant en fonte de proportion assez considérable est fixé à chacune des extrémités de cet arbre; l'un d'eux sert de poulie de commande à cet appareil qui est mis en mouvement à l'aide d'une courroie.

SYSTÈME DE GRUE.

La grue de M. Verdière, grue dynamométrique, comme l'appelle l'inventeur, consiste en un système équilibré pesant en enlevant sa charge, et fixée sur une plate-forme tournant sur des galets pour le déplacement de l'objet enlevé et posé. La machine entière peut être installée soit sur un châssis en bois, sur bâti en maçonnerie, soit sur wagon, sans que la déclivité du terrain puisse en rien changer l'équilibre ni la justesse du pesage. L'appareil peut fonctionner à l'aide d'une manivelle ou d'une machine à vapeur, la manivelle étant alors remplacée par une poulie. Grâce à sa construction, la machine peut être facilement transportée d'un endroit à un autre; grâce à sa disposition, elle peut circuler sous les tunnels ou viaducs les plus surbaissés des voies ferrées ou routes ordinaires.

La grue de M. Verdière offre, d'après l'inventeur, l'avantage : — 1° de maintenir son appareil dans un invariable équilibre général, sans qu'il soit besoin de recourir au moindre contre-poids, lequel se trouve rendu par le seul fait du matériel employé pour sa construction; — 2° de n'exiger aucune fondation, le plateau et la plate-forme servant de base; — 3° de ne demander aucun contre-poids fatigant les machines en raison de la hauteur et de la charge à enlever; — 4° de peser au moyen d'un curseur ou d'un plateau, à volonté, en enlevant la charge par une seule opération; — 5° de pivoter sur son axe en enlevant et en pesant.

Le principe de cette grue consiste en ce que la charge suspendue à l'extrémité de la chaîne se fait sentir en pesant à l'arrière.

MODE D'APPRÊTAGE DES CANONS DE FUSIL EN DAMAS ET EN TORCHE.

M. Orval roule sur la chemise du canon, d'abord un premier ruban conique, puis un second ruban également conique, de façon que celui-ci couvre entièrement les parties de la chemise du canon; le ruban supérieur a pour effet de souder les parties parallèles du ruban inférieur, de manière à les consolider et à les empêcher de se disjoindre; cette condition est, on le sait, essentielle pour un bon damas. Lorsque cette opération d'apprêtage est terminée, on passe la pièce au laminoir.

REVOLVER A CARTOUCHES.

Cette arme, inventée par MM. Rolland et Renault, est principalement caractérisée par l'emploi d'une plate-forme interposée entre la culasse et le barillet, combinée de telle sorte avec la cartouche de l'arme que l'explosion de la cartouche y fasse adhérer le déchet par le recul. L'arme étant ouverte, une seconde percussion sur ce déchet le fait tomber sans que l'on ait besoin d'aucune baguette ou extracteur quelconque. L'application de ce perfectionnement présente l'avantage de n'extraire de l'arme que les cartouches ayant fait explosion.

Ce système peut s'appliquer indifféremment à la percussion à broche ou à la percussion centrale, et particulièrement à ce dernier mode de percussion, qui paraît le plus goûté aujourd'hui pour la réalisation d'une bonne arme de guerre. Cette application conduit à l'emploi d'une plate-forme mobile qui présente l'avantage d'annuler un grand inconvénient, à savoir le frottement qui va parfois jusqu'à mettre cette arme tout à fait hors d'usage; de plus, la combinaison de cette plate-forme avec le tube qui s'y rattache empêche tout crachement de se produire dans la platine du revolver ou sur l'axe de rotation.

CONSTRUCTION DES CARTOUCHES POUR ARMES A FEU.

M. de Dartein s'est proposé : — 1° de fermer hermétiquement par la cartouche même la solution de continuité qui existe entre le canon et le barillet dans les armes du système

revolver, et à l'arrière du canon dans les armes d'autres systèmes; — 2° lorsqu'il s'agit d'armes rayées, de donner au projectile, dès son point de départ, c'est-à-dire dans la cartouche même, un commencement de mouvement rotatif pour la préparer à suivre les hélices ou rayures du canon, évitant ainsi la perte de force qui provient du changement brusque de mouvement rectiligne parfait en mouvement rectiligne rotatif; — 3° de permettre et d'assurer dans le système d'armes à répétition de coups le déplacement de la culasse ou du barillet après le tir.

M. de Dartein arrive à ces résultats : — 1° en garnissant la partie antérieure des cartouches d'une feuille métallique percée pour le passage de la balle, et dont le rebord circulaire vient pendant le tir et par l'expansion même du gaz s'appliquer énergiquement contre la tranche postérieure du canon; — 2° en entourant le projectile dans l'intérieur de la cartouche d'une douille, enveloppe ou manchon en matière quelconque, qui assure la coïncidence parfaite de son axe avec celui du canon et dont la base ou couronne antérieure vient s'appliquer contre le rebord circulaire de la douille métallique, favorisant encore l'application exacte du rebord contre la tranche postérieure du canon; en moulant ou gravant à l'intérieur de l'enveloppe du projectile des amorces de rayures qui impriment à ce dernier un mouvement rotatif au moment même de l'explosion, c'est-à-dire dès son départ; — 3° en employant pour l'enveloppe de la cartouche une matière élastique ou plastique quelconque, telle que la toile enduite de graisse, caoutchouc, cire, etc., qui permet au tube de la cartouche de n'opposer après le tir aucun obstacle au déplacement de la culasse ou du barillet.

Je suis loin de contester l'efficacité de l'invention de M. de Dartein; mais combien je regrette que tant d'esprits sérieux appliquent les ressources de leur génie inventif à des combinaisons funèbres! C'est une triste page dans les recueils de brevets d'inventions que celle où s'étalent ces noms formidables d'engins de mort, de tuerie, de fratricide!

Comme si dorénavant on devait avoir besoin d'avalanches de soldats, de fléaux de Dieu, de dévastations, de ruines, d'incendies, de pillage, de superposition violente d'une race à une autre race, pour substituer l'avenir au passé! Le canon a tué la catapulte, la vapeur tuera les canons. Un homme écrivait avec raison, il y a dix-sept ans, les vers suivants qui, quoi qu'en diront les incrédules, ne sont pas une fiction poétique.

Dans cent ans les soldats seront des laboureurs;
Les généraux seront les chefs de nos usines;
Avec tous les canons on fera des machines,
Et sur tous nos remparts on sèmera des fleurs!

Enfin on comprendra que l'honneur et la gloire
Peuvent se rencontrer ailleurs qu'en des combats,
Les soldats d'aujourd'hui sont les derniers soldats,
Et les chants du travail sont des chants de victoire (1)!

Et alors M. de Dartein nous fera certainement une bonne machine à déchirer le sein de la terre, à labourer, à semer, à récolter!

Voilà la vraie guerre!

FOYER FUMIVORE.

L'invention suivante, moins désolante, porte le nom de M. Leroy-Dreptin.

Le foyer fumivore de M. Leroy-Dreptin consiste en une plaque de fonte placée sur l'avant, d'une largeur de $0^m.30$ environ pour un foyer de 2 mètres de profondeur environ, auquel on donne une pente de $0^m.10$ par mètre environ, se prolongeant vers le fond du foyer. Un nombre indéterminé de supports en fonte cannelés régulièrement, à l'instar des côtes de persiennes, sont placés dans le sens de la longueur, à $0^m.10$ de distance environ et avec une inclinaison de 35 degrés, portant de l'avant de la partie inférieure du foyer vers sa partie supérieure. Des lames en fer, d'une hauteur de $0^m.025$ sur $0^m.004$ d'épaisseur, sont placées dans le sens de la largeur du foyer, dans les cannelures des supports; cette hauteur et cette

(1) Maxime du Camp, *Les chants modernes.*

épaisseur doivent varier suivant l'importance du foyer. Une certaine quantité d'eau s'étend sur toute la surface du fond du cendrier au-dessous des barreaux.

MODIFICATIONS A LA CUISINIÈRE EN FONTE, SES ORGANES ACCESSOIRES ET LES PROCÉDÉS DE CONSTRUCTION.

Tout le monde connaît l'ingénieux engin d'un ingénieux industriel, M. Godin-Lemaire : c'est une cuisinière commode qui ne se dérange jamais (*Rara avis in terris*).

M. Godin-Lemaire a fait sa fortune avec cet outil ; sans doute il l'eût faite avec tout autre moyen. Mais sa cuisinière, quelque bien réussie, quelque bien élevée qu'elle soit, est cependant susceptible de perfectionnements ; et M. Godin-Lemaire vient de les créer. Une cuisinière n'étant jamais à dédaigner, je vais signaler les nouvelles qualités dont elle est ornée.

On remarque principalement : — 1° une modification de la grille à rôtir, et sous la grille du foyer, un cadre en fonte garni de toile métallique ou de tôle percée pour séparer les escarbilles de la cendre ; — 2° un perfectionnement de la porte à rôtir par ses tourillons et son loquet ; — 3° un moyen nouveau par lequel les oreilles des lèchefrites maintiennent le rôti à la place qu'on lui assigne ; — 4° l'addition d'étuves sous le four et de deux cendriers, dont l'un reçoit les escarbilles et l'autre la cendre ; — 5° une trape de nettoyage de la suie sous le four, fonctionnant sous un trou ménagé au fond de la cuisinière, par disposition venue de fonte et sans ajustage ; — 6° des traverses fondues, formant prolongement de la partie supérieure du fourneau et servant à suspendre les ustensiles de cuisine...

Il y aurait encore lieu de signaler d'autres détails moins importants, mais j'ai peur que le lecteur ne veuille pas rester plus longtemps à la cuisine.

FABRICATION DE MATIÈRES STÉARINEUSES.

Ce sujet est moins odorant, mais je ne serai pas long.

Les suifs, préalablement fondus et purifiés par les procédés ordinaires, sont introduits dans un récipient où ils sont mis en contact avec de l'oxyde de carbone, de l'oxygène, de l'hydrogène, de l'acide carbonique. Dans ce récipient et sous une certaine pression, un battage est destiné à favoriser la combinaison de ces gaz avec la graisse et la production de matières stéarineuses.

Tel est le principe fondamental de l'invention de M. Delheid.

CHAUFFAGE DES FOURS A CORNUES POUR LA DISTILLATION DU GAZ D'ÉCLAIRAGE PAR LES COMBUSTIBLES MENUS.

Au lieu de placer les cornues en quinconce les unes par rapport aux autres, comme on le fait géneralement, MM. Muller et Eichelbrenner disposent ces pièces les unes au-dessus des autres, par files symétriques, eu égard à la situation de la grille. Dans la voûte du four ils ménagent, entre les files de cornues ou entre les cornues et les pieds-droits de la voûte, des ouvertures qui permettent de faire tomber un filet de combustibles menus brûlant dans l'atmosphère du four porté au rouge ou sur la sole inférieure ; l'air de la combustion sera introduit dans la capacité du four, soit par des regards ouverts dans sa façade, soit par de petits canaux aboutissant à l'aplomb des ouvertures de projection sous des grilles. Cette disposition permet de plus aux inventeurs d'utiliser les goudrons d'une manière nouvelle pour le chauffage des fours à cornues. Par ces ouvertures de la voûte on pourra faire tomber dans l'intérieur du four porté au rouge des filets de goudron qui brûleront dans le four. Il est probable qu'une très-petite quantité de cette matière atteindra la sole sur laquelle elle brûlera.

SYSTÈME DE SERRURE.

Ils sont quatre pour accoucher de cet outil, et ils se nomment MM. de Négrier, Baudot, Farinaux et Roettger.

De cet enfantement laborieux fait à coups de tenaille, il résulte une serrure à laquelle on

attribue l'épithète incrochetable; sera-ce enfin réalisé? car la serrure redoutable aux voleurs est encore à trouver.

La serrure de MM. de Négrier, Baudot, Farinaux et Roettger se compose d'une douille à carré intérieur polygonal; d'un plateau circulaire fixé à la douille par une goupille de sûreté; du plateau inférieur, relié au plateau supérieur par des entre-toises, portant les axes de leviers en nombre variable.

Voilà tout ce que l'on peut remarquer de bien particulier dans la progéniture de MM. de Négrier, Baudot et autres.

APPAREIL DE CONCENTRATION DE L'ACIDE SULFURIQUE DANS LE PLOMB A L'AIDE DU VIDE.

D'après le système de M. de Hemptinne, la concentration de l'acide sulfurique se fait jusqu'à 66 degrés dans la chaudière de plomb qui mesure une longueur et une largeur de $1^{m}.07$ et une hauteur de $0^{m}.47$. Les parois ont une épaisseur de $0^{m}.008$. Afin qu'il puisse résister à la pression atmosphérique, ce bassin couvert est rempli de cassettes cubiques creuses, à minces parois, de $0^{m}.15$ de côté, en porcelaine ou en poterie de grès. Ces cassettes, régulièrement moulées et cuites, sont percées sur chacune de leurs faces d'un trou rond d'un diamètre égal à $0^{m}.06$, destiné à permettre la circulation du liquide et des gaz à l'intérieur. Les cassettes formant le fond et les côtés ne sont percées que de cinq trous; les cassettes formant les arêtes n'ont que quatre trous, et les quatre cassettes formant les quatre coins du fond n'ont que trois trous, pour empêcher le contact du plomb avec l'acide.

Quelque temps après ses premiers essais, M. de Hemptinne a trouvé un nouveau moyen de soutenir les parois de la chaudière de plomb contre la pression atmosphérique. A l'intérieur il établit une charpente formée de tuyaux de plomb d'un diamètre extérieur de $0^{m}.076$; ces tubes sont étagés et serrés comme le bois d'un bûcher, mais espacés alternativement par des tuyaux verticaux.

Depuis ces premiers perfectionnements, M. de Hemptinne a encore réalisé d'autres modifications dans ses appareils dont on dit beaucoup de bien. Je renvoie le lecteur à un article spécial que je me propose d'écrire sur cet intéressant sujet.

COMPOSITION POUR L'ENTRETIEN DES MEUBLES POLIS.

Il s'agit d'un véritable cosmétique pour lequel M. Truyens-Charels a obtenu un brevet, et pour lequel il a créé le nom de *nitidine*. Il est recommandé aux maris complaisants qui cirent leur mobilier tous les dimanches.

En somme la nitidine peut bien n'être pas plus mauvaise qu'autre chose.

La composition se formule ainsi :

Gomme benjoin	7	grammes.
Gomme laque	3	—
Esprit de vin rectifié	50	—
Huile de lin bouillie	3	—
Racine d'orcanette	1	—
Fuchsine rouge	1	—

IMPERMÉABILITÉ DES CHAUSSURES.

La recette suivante que propose M. Roelandt pour rendre imperméables les semelles en cuir des chaussures a peut-être, elle aussi, sa valeur. Je ne suis guère compétent dans les choses du tire-pied et je renvoie l'examen du brevet de l'inventeur à Napoléon Gaillard.

Je copie la formule de la tisane de M. Roelandt.

Carbonate de soude	20	grammes.
Essence de térébenthine	50	—
Huile de goudron	100	—
Résine	25	—
Huile de lin	15	—
Colle de poisson	15	—
Gutta-percha	125	—
Colle de Cologne	25	—

POUDRE DÉPILATOIRE.

M. Watteau ne la destine pas..... aux dames; mais aux fabricants de pelleteries.

Carbonate de soude	38.50
Chaux hydratée	38.50
Soufre en fleur	13.00
Charbon de bois pulvérisé	6.50
Suie	3.50

Ce produit, après avoir bouilli pendant deux heures dans une chaudière contenant environ trois fois son poids d'eau, donne une liqueur d'une couleur d'un noir verdâtre. Au moyen d'un guipon on enduit de cette matière les peaux nouvelles du côté de la chair; ces peaux sont repliées chair contre chair; et, après quelques heures, la laine ou le poil tombe avec la plus grande facilité sans que la peau soit nullement endommagée.

Encore une fois, ce n'est pas pour les dames.

FABRICATION DU COTON A COUDRE.

M. Brook s'est proposé d'améliorer la qualité du coton à coudre glacé afin de le rendre plus propre à être employé pour les machines. Il est important que le fil à coudre reçoive dans sa préparation une surface flexible, élastique et unie, afin qu'il passe facilement dans l'ouvrage et qu'il ne s'éraille point par son passage répété. Le fil destiné à l'usage des machines à coudre, en particulier, doit aussi être flexible et ne pas se plier brusquement comme la paille, mais au contraire s'arrondir, de façon à faire sous l'ouvrage une boucle bien ouverte et dans laquelle la navette ou la griffe puisse pénétrer facilement et d'une manière certaine. On obtient ce résultat en traitant le fil glacé d'une façon propre à lui enlever le caractère cassant qui lui a été communiqué par le lustrage. Pour cet effet, on soumet ce fil à l'action de la vapeur dans une capacité que l'on purge d'air entièrement ou partiellement avant d'y admettre la vapeur. Lorsque le fil quitte les polisseurs, on l'enroule sur des bobines évidées ou lanternes d'une construction quelconque. Celles que l'inventeur a employées dans ses expériences étaient composées de deux disques de bois reliés par des barreaux dont une partie était tenue en place par des coins, de sorte que, le fil étant enroulé sur la bobine, on pouvait le relâcher en chassant ces coins de manière à permettre aux barreaux amovibles de se rapprocher du centre de la bobine sous l'action de la force de contraction du fil, ce qui avait pour effet de diminuer le diamètre de cette bobine.

MACHINE A CARDER ET A FILER.

M. Goulding a apporté dans la machine à carder et à filer des perfectionnements que je vais essayer de résumer.

Le premier perfectionnement se rapporte au mécanisme cardeur; il consiste dans l'emploi, conjointement avec le cylindre cardeur principal et le cylindre de conduite de l'alimentation, de deux rouleaux d'alimentation dentés et d'un rouleau supérieur, disposés de manière à conduire le ruban en proximité intime avec le cylindre récepteur, empêchant ainsi qu'il ne fonctionne irrégulièrement, ce qui force aussi le cylindre à recevoir des extrémités de rubans uniformes dont il présente les filaments aux dents du grand cylindre principal.

Dans le second perfectionnement on place entre le dernier cylindre et le débourreur deux cylindres enleveurs retirant de ce dernier cylindre les filaments qui y adhèrent; en déliant les filaments sur le cylindre cardeur principal, le cylindre supérieur de ces cylindres enlève les filaments du dernier cylindre, tandis que le cylindre inférieur les transmet du rouleau supérieur au cylindre débourreur. Dans la carde ordinaire, les filaments laissés sur ce cylindre s'en détachent ou en sont projetés et s'envolent, mais ces cylindres enleveurs étant ajoutés, les filaments sont saisis avant qu'ils arrivent en place pour être rejetés du cylindre, et ils sont ainsi recueillis.

Dans le troisième perfectionnement on interpose entre le cylindre débourreur et le peigne débourreur des doigts verticaux dont chacun se trouve entre chaque paire de cylindres su-

périeurs adjacents aux cylindres récepteurs; ces doigts servent à empêcher que ces filaments de chaque ruban de matière filamenteuse ne viennent en contact ou ne s'enchevètrent avec les fibres des rubans adjacents.

Le quatrième perfectionnement consiste dans un mécanisme spécial pour faire mouvoir l'ailette et la bobine. Derrière la broche et l'ailette on dispose un arbre vertical qui reçoit son mouvement de rotation d'une poulie montée sur l'arbre de l'ailette, réuni par une courroie à une poulie disposée sur l'arbre auxiliaire; et cet arbre auxiliaire imprime le mouvement à l'arbre de la bobine par l'intermédiaire d'une courroie passant d'une poulie montée sur la hache à un tambour disposé sur l'arbre auxiliaire, le diamètre du tambour étant tel qu'il imprime à la broche de la bobine ce mouvment de rotation différent de la vitesse de l'ailette, qui est nécessaire pour enrouler le fil sur la bobine, tandis que la faculté de glissement que possède la courroie permet à la bobine de tourner plus lentement suivant les besoins pendant la formation de la bobine.

Le cinquième perfectionnement consiste dans l'application à chaque arbre du tube d'ailette d'un mécanisme d'arrêt, à l'aide duquel le mouvement de chaque ailette et de chaque bobine peut être interrompu sans arrêter le métier ou le fonctionnement d'aucune autre ailette.

JAMBE ARTIFICIELLE.

Hélas! cette invention, comme toutes celles de ce genre, n'est appelée qu'à un trop grand succès!

L'appareil de M. Mortiaux comprend deux parties; l'une sert à le fixer à la cuisse, l'autre remplace la partie amputée. La première partie est fixée à la cuisse au moyen du cuissard en cuir très-fort, divisé en deux parties que réunit une charnière et que rejoignent des boucles. De plus, elle est suspendue par une courroie qui passe sur l'épaule et vient se serrer à la boucle. Le cuissard est attaché à deux tiges en fer, diamétralement opposées, et s'articulant. Entre ces deux tiges est suspendue une plaque de tôle sur laquelle doit s'appuyer le moignon. La charnière présente une rainure qui reçoit l'encliquetage que commande le levier, maintenu par les deux glissières et tenu en arrêt par le ressort en spirale. Cette charnière a de plus deux arrêts, l'arrêt d'avant pour la position droite, l'arrêt d'arrière pour la flexion.

Que n'arrive-t-on à faire mieux encore, à réparer complétement et à faire marcher ces pauvres amis qu'ont frappés de mort les engins infernaux de M. Krupp!

APPAREIL A EAU DE SELTZ

Sans doute on ne s'attendait guère à trouver un carafon d'eau de seltz auprès d'une pièce de chirurgie; on pourrait cependant trouver d'ingénieuses relations entre l'un et l'autre objet; mais je n'en aurais que faire.

L'appareil à eau de seltz fabriqué par M. Maldiné est fondé sur le même que celui qui a été inventé par M. Briet, il y a plus de vingt-cinq ans.

La modification faite par M. Maldiné consiste dans la substitution d'une vanne percée de petits trous au tuyau régulateur qui mettait en relation les deux compartiments du vase, et réglait le niveau de l'eau dans le vase supérieur.

L'appareil fonctionne de la manière suivante.

On remplit d'eau la carafe supérieure, on met les sels dans le réservoir inférieur, et on visse les deux vases dans leur position définitive. On n'a plus alors qu'à tirer le bouton qui ouvre la vanne pour faire descendre dans le vase inférieur la quantité d'eau qui est nécessaire à la réaction, et de refermer ensuite cette vanne. Le gaz qui se dégage passe sans difficulté par les trous de la vanne et sature l'eau du vase supérieur en la traversant, tandis que l'eau supérieure ne peut envahir le vase inférieur.

PARACHUTE POUR ASCENSEURS.

L'appareil de M. Salva se distingue assez notablement des engins ordinairement usités dans les mines.

L'action des organes qui produisent l'arrêt de la cage s'exerce sur des guides en fer, au lieu de poutrelles en bois que les griffes du parachute déchirent toujours en partie, au moment où elles fonctionnent. Ces organes agissent, non point par des griffes, des coins ou autres combinaisons de freins ordinaires, mais par l'arc-boutement de leviers terminés par des courbes excentriques, qui s'abattent dans un sens contraire au mouvement, dès que l'appareil qui porte la cage de l'ascenseur n'est plus soutenu par le câble, et qui produisent ainsi un frottement d'autant plus énergique que le poids de la cage est plus grand et que la rupture a été plus instantanée. Enfin la cage de l'ascenseur est suspendue au parachute par des ressorts qui amortissent la secousse éprouvée dans cette cage et empêchent des ruptures qui pourraient avoir lieu sans cette précaution.

Pendant le mouvement normal de va et vient de la cage, celle-ci est supportée par l'appareil du parachute, qui lui-même est soutenu par le câble de traction ; celui-ci est attaché à cet appareil de façon que l'action ait directement lieu sur la partie postérieure des leviers qui portent les excentriques, et que par suite elle écarte ses excentriques de la guide. Mais, au moment où le câble rompu cesse d'agir sur ces leviers, les excentriques de droite et de gauche sont ramenés par des ressorts contre les guides et grippent immédiatement sur elles en produisant deux pressions opposées dont l'égalité empêche la déformation de ces pièces de fer.

L'appareil de M. Salva a déjà rendu d'importants services; il est d'un prix relativement modéré et il semble susceptible de nombreuses et importantes applications. Pour une somme de 350 francs, il garantit de tout accident un ascenseur dont le poids total, cage comprise, est de 2,500 kilogrammes environ.

FOURNEAU A GAZ POUR PETIT ATELIER.

M. Wiessnegg, un ingénieux ouvrier qui est arrivé lui-même, comme tous les hommes de talent, a organisé pour les petits ateliers un fourneau à gaz fort coquet et fort mignon.

M. Perrot avait déjà imaginé un fourneau à gaz qui permettait d'opérer sur une grande échelle la fusion du cuivre, de l'or, et par conséquent de tous les alliages de ces métaux; mais le prix de ce fourneau était trop élevé, son emploi exigeait une étude et une attention particulières, et il n'était pas répandu dans les petits ateliers où cependant il aurait rendu de grands services.

C'est ce fourneau qui a été modifié par M. Wiessnegg. L'habile constructeur en a réduit les dimensions et lui a donné toutes les qualités qu'on pouvait désirer sous le rapport de la solidité, de l'économie et de la simplicité. Le réglage de l'air qui se mélange avec le gaz avant la combustion est devenu très-simple; pour le gaz un robinet suffit; pour l'air, une valve unique, placée sous l'appareil, est manœuvrée par le mouvement à la main d'une tige. S'il arrive un accident à la fonte, le métal échappé du creuset ne tombe plus sur les organes délicats du réglage de l'air, mais il est retenu dans une cavité métallique très-résistante où il est facile de le recueillir sans perte. La flamme du brûleur, au lieu de frapper verticalement le creuset, prend, dans une direction oblique des brûleurs, un mouvement de rotation héliçoïdale qui complète le mélange de l'air et du gaz et produit une élévation notable de la température.

Par cette installation bien entendue du fourneau, M. Wiessnegg a pu donner les moyens de fondre 500 grammes de cuivre, de fonte ou d'autres métaux plus fusibles dans un espace très-limité et à peu de frais, car l'appareil entier ne coûte que 70 francs, et peut faire partie de l'outillage d'un grand nombre de petites industries. Il est spécialement destiné aux orfèvres, bijoutiers.

FREIN POUR CHEMINS DE FER.

Dans le frein articulé qu'il a inventé, M. Stilmant a introduit une disposition particulière qui constitue un véritable progrès.

Le coin est le mode de transmission dont se sert l'inventeur pour communiquer aux sabots la force développée par le garde-frein pour enrayer les roues. Cette puissance est transmise,

par des articulations diverses, à des coins qui la reportent sur deux pièces de fer supendues au châssis et qui les écartent lorsque le frein doit agir. Ces pièces sont assemblées avec une bielle qui fait dès lors presser le sabot contre la jante des roues du wagon.

Le frein de M. Stilmant peut développer une pression de 8,000 kilogrammes sur chacune des roues. Son action est aussi rapide qu'on peut le désirer et elle est continue. Il n'a pas le défaut qu'on remarque dans quelques-uns des freins ordinaires qui, en agissant par le poids du mécanisme abandonné à lui-même, enrayent trop brusquement et causent un choc sur les roues d'où résulte un tressaillement du wagon, par lequel l'adhérence de la roue sur le rail est considérablement diminuée.

Les pressions sont bien réparties, transmises par de larges surfaces, et elles ne tendent pas, comme dans les freins ordinaires, à produire une torsion sur l'arbre horizontal et à diminuer par là l'efficacité de l'appareil en déformant les pièces qui le constituent. Aussi a-t-on remarqué que le frein de M. Stilmant rentre rarement aux ateliers de réparation.

Ces avantages ont d'abord été constatés sur le chemin de l'Est; d'autres compagnies les ont ensuite reconnus; et aujourd'hui il y a sur les divers chemins de fer environ 4,000 appareils de ce genre qui fonctionnent d'une manière satisfaisante. Ces freins, qui coûtent 1 fr. 10 par kilogramme, pèsent 750 kilogrammes pour le tender et 450 kilogrammes pour les wagons ou fourgons. Des freins à la main, construits d'après les mêmes principes, pesant 180 kilogrammes pour deux sabots ou 90 kilogrammes pour un seul sabot, ont été placés sur les trains de marchandises et y font un excellent service.

CALIBRE PLASTIQUE.

Le calibre plastique, imaginé par M. Reigel, doit, d'après l'inventeur, remplacer avantageusement le nombre illimité des calibres en bois nécessaires aux dessinateurs pour tracer les courbes variées qu'exigent certaines industries, en particulier la carrosserie.

Ce nouvel instrument qui sert à prendre sur l'épure la forme des courbes à tracer sur les panneaux ou autres pièces de la carrosserie, et à les amener sur ces pièces sans éprouver de déformation dans le transport, se compose d'un grand ressort d'acier muni, sur l'une de ses faces, des appendices en cuivre, glissant les uns contre les autres au moyen de coulisses que des vis de pression permettent d'assujettir, de manière à faire prendre invariablement au ressort d'acier toutes les courbes voulues. Lorsqu'au moyen des vis de pression on a donné au ressort la forme contournée du dessin, ce même instrument peut servir de calibre pour tracer sur place, vérifier et rectifier l'exécution de la pièce à construire.

L'invention de M. Reigel rend déjà d'utiles services et abrége beaucoup le travail. Mais elle est susceptible de recevoir des perfectionnements. Si cet instrument est perfectionné de telle sorte que l'on puisse, sans aucun effort, lui donner des courbures diverses et qu'il reste indifférent dans toutes ces positions, avant que les vis de pression ne soient serrées pour lui donner de la fixité, son emploi deviendra facile, et il pourra rendre des services plus considérables encore pour les dessins industriels qui n'exigent ni angles vifs, ni courbes d'un rayon très-petit. Il convient d'ajouter que cette amélioration est très-réalisable.

PROCÉDÉ DE FABRICATION DU CHLORE.

Ce procédé a été imaginé par M. Drecon, et il est aujourd'hui appliqué sur une grande échelle en Angleterre dans l'usine de MM. Gaskell, Drecon et Cie, à Widnes.

En principe, il consiste à faire réagir le gaz chlorhydrique, l'air et le bioxyde de cuivre, chauffés à 371° C., par l'intermédiaire de larges surfaces poreuses. D'après l'inventeur, le caractère essentiel du procédé réside dans la régénération indéfinie de l'oxyde de cuivre, sans opérations accessoires; un courant continu de chlore est la conséquence des réactions opérées.

Le gaz chlorhydrique, en sortant des fours à sulfate, est entraîné par un aspirateur, et dans le trajet il est mélangé avec une quantité convenable d'air ordinaire. Le mélange se rend ainsi dans une première chambre dite régulateur de chaleur, où il prend la température de 371° C. De là il passe par une série de colonnes creuses verticales, disposées au milieu

d'un massif de maçonnerie, remplies de tuyaux étroits en poterie, et dont l'ensemble rappelle la forme d'une chaudière tubulaire à tubes verticaux. Les tuyaux ont été préalablement imprégnés d'une dissolution de sulfate de cuivre que la haute température du four transforme en bioxyde. Le mélange gazeux parcourt toutes ces colonnes en se dirigeant successivement de haut en bas et de bas en haut, et le massif entier est maintenu le plus régulièrement possible à la température de 371 degrés. De là, le mélange passe par un deuxième régulateur et dans un deuxième four à colonnes semblable au premier, dans lesquels il est maintenu à la même température.

Dans ce trajet, la réduction de la plus grande partie de l'acide chlorhydrique est opérée, et le bioxyde de cuivre est maintenu dans son état primitif. On expliquerait les réactions qui s'opèrent dans cet appareil en concevant que l'oxyde de cuivre est alternativement transformé en chlorure, et le chlorure en bioxyde à des températures semblables, suivant que l'acide chlorhydrique ou l'oxygène dominent dans le mélange qui n'est jamais homogène ; de manière que, si l'opération est régulière dans l'ensemble, elle serait alternative dans les détails, l'oxyde de cuivre étant sans cesse alternativement détruit et régénéré. Mais il peut se faire que cette première explication soit insuffisante et doive être complétée par d'autres idées, lorsque la marche de cette fabrication sera mieux étudiée.

A la sortie de l'appareil de production, le mélange gazeux contient du chlore, 30 pour 100 d'acide chlorhydrique, de l'azote un peu d'air et de la vapeur d'eau. On retient l'acide chlorhydrique en faisant passer le mélange dans une colonne de coke arrosé d'acide chlorhydrique faible, et on absorbe l'eau par du chlorure de calcium, ou mieux par l'emploi d'une colonne de coke analogue à la précédente où les matières fragmentaires sont arrosées par de l'acide sulfurique concentré.

Le mélange de chlore, d'azote et d'une petite quantité d'air, qui reste, est alors dirigé dans les chambres contenant la chaux éteinte qui doit absorber le chlore. Cette absorption est cependant rendue lente et difficile par la grande dilution du chlore dans des gaz inertes. On est obligé d'augmenter considérablement les surfaces et surtout d'avoir recours à un système de saturation méthodique en divisant le système des chambres en plusieurs compartiments, parcourus successivement par le courant gazeux, avec la condition que son entrée est toujours faite par le compartiment dont la chaux est la moins chargée de chlore.

L'usage fera connaître les améliorations qu'exigent ces appareils; il fera savoir si la réoxydation du cuivre sera indéfinie, et donnera la mesure de la perte de ce métal qui peut être faite; cette perte a d'ailleurs une importance à cause de la cherté du cuivre. Déjà l'on a reconnu que dans la marche du courant gazeux à travers les colonnes, une poussière ferrugineuse était produite, et qu'en recouvrant le bioxyde de cuivre elle retardait considérablement l'opération ; de là la préférence donnée aux petits tuyaux sur les matières fragmentaires, parce qu'avec eux cette poussière tombe au fond des colonnes; de là aussi l'essai d'une puissante ventilation alternative qui est employée pour nettoyer les fours et les débarrasser de cette poussière.

Si le procédé laisse encore à désirer, on peut néanmoins admettre qu'il paraît beaucoup promettre, et on comprend que plusieurs fabricants anglais, clairvoyants comme les industriels de ce pays, aient déjà pris des dispositions pour le mettre en pratique dans leurs usines.

COMPTEUR D'EAU.

Deux cylindres sans fond communiquant en haut par un conduit sont fixés entre deux boîtes dont celle du dessus sert pour la boîte d'introduction et celle du dessous pour la boîte d'écoulement. A l'orifice de la boîte d'admission est boulonné le tuyau d'alimentation et à celui de la boîte d'émission est fixé le tuyau ou le robinet de décharge. Suivant les axes verticaux des cylindres glissent deux tiges bien guidées, pourvues chacune de deux soupapes à bouchon dont les unes se trouvent dans la boîte d'introduction, faisant entrer l'eau alternativement dans l'un ou l'autre des cylindres; les autres soupapes forment pour ainsi dire des fonds mobiles pour faire écouler l'eau alternativement de l'un ou de l'autre des cylindres. Aux bouts des tiges de soupape est fixée une chaîne placée et attachée dans la

rainure d'une poulie balançoire. La longueur de la chaîne et la position des soupapes sur les tiges sont réglées de manière que, dans le cas où la soupape d'admission à gauche est ouverte, la soupape d'admission est fermée, en même temps la soupape d'admission à droite est fermée et celle de l'émission est ouverte.

Cet outil est de l'invention de M. Klein.

NOUVEAU MODE D'IMPRESSION SUR ÉTOFFES AU MOYEN DES PRÉCIPITATIONS MÉTALLIQUES.

Un ingénieux savant qui a déjà fait des découvertes intéressantes, M. Vial, a communiqué, il y a quelque temps, à l'Académie des sciences, un procédé à l'aide duquel il imprime sur étoffes au moyen des précipitations métalliques.

Je reproduis textuellement la note de M. Vial.

« Tout le monde sait que, lorsqu'on plonge dans une dissolution saline de la quatrième section un métal appartenant à l'une de ces sections, la dissolution est immédiatement décomposée et que le métal réduit est aussitôt précipité. C'est en m'appuyant sur ce principe que j'ai imaginé et réalisé le procédé que je vais décrire.

Si l'on trempe dans une dissolution saline d'azotate d'argent, par exemple, un tissu quelconque de coton, de fil, de soie ou autre, et qu'après l'avoir essoré légèrement on applique par-dessus une pièce de monnaie ou mieux un cliché de zinc, de plomb ou de cuivre, on voit, au même instant que le contact a lieu et dans toutes les parties les plus fines, l'azotate aussitôt décomposé, l'argent immédiatement réduit et précipité sous forme d'une poudre noire représentant dans ses moindres détails l'image exactement fidèle, nette, indélébile et adhérente après le tissu d'une manière si parfaite et avec une telle solidité qu'elle ne disparaît qu'avec lui. Autant de fois de suite on posera le cliché sur le linge humide et autant de fois l'impression s'en fera, instantanée dans son action comme irréprochable dans son exécution, car elle n'est point le résultat d'un encrage, mais bien celui d'un phénomène chimique se manifestant toutes les fois qu'il y a contact entre le sel et le cliché, et quelles que soient, d'ailleurs, la finesse ou l'étendue du point de contact. Quant au dépôt, il se fait avec une telle intensité qu'il gagne de proche en proche jusqu'à traverser l'étoffe. Il suffit alors d'un simple lavage à l'eau pour enlever au tissu le sel non décomposé.

La durée du tirage peut être comparée à celle de la typographie ; mais la taille-douce peut aussi s'imprimer de la sorte. Dans ce cas particulier, la pression du linge humide s'exerçant sur toute la planche, parties taillées ou non, on comprend que l'étoffe va devenir uniformément noire ; on doit donc recourir à un artifice pour protéger la surface et n'imprimer que les tailles. La galvanoplastie offre un moyen facile de résoudre le problème : il faut tout simplement, dans les planches de cuivre, argenter la surface, car l'argent ne se précipite pas lui-même, et réserver les tailles ; dans les planches d'acier, réserver, au contraire, la surface, car l'acier ne précipite pas l'argent, et cuivrer les tailles. Au tirage, le fond de la gravure, qui est resté ou devenu cuivre, précipitera le sel d'argent dans le tissu avec une exactitude et une solidité surprenantes. Il suffit d'une mince pellicule d'argent dans le premier cas, ou de cuivre dans le second, pour obtenir ce résultat.

La teinte de l'impression peut varier à volonté du gris le plus clair au noir le plus vif, suivant les proportions du sel d'argent et suivant les métaux qui servent à le précipiter. En général, elle est d'autant plus noire que le métal a plus d'affinité pour l'oxygène et qu'il s'éloigne le plus de l'argent dans l'ordre de la classification.

Les étoffes de coton, de fil, de soie, de laine, le papier, et, en un mot, tous les tissus que l'on peut imprégner, se prêtent à ce nouveau genre d'impression. Un léger apprêt de l'étoffe favorise l'opération. Plus le tissu est fin ou serré, plus il est essoré sans être sec, et meilleurs sont les résulats; la soie donne les plus beaux.

Pour employer un terme de teinture, la couleur est *grand teint* et résiste à tous les lavages alcalins ou acides, et l'impression se fait avec une fidélité, une finesse et une pureté qui sont inconnues jusqu'à ce jour dans l'impression des tissus. La reproduction des monnaies présente, en outre, cette particularité remarquable, témoignage de la délicatesse extrême du procédé, que l'impression correspond par son modelé aux différentes parties en relief de la pièce, suivant leur degré d'oxydation et de pression.

Quant au procédé en lui-même, il est simple, facile, original, saisissant, et si familiarisé qu'on soit avec les réactions chimiques, il ne laisse pas que de surprendre, tant il diffère de ce qui se fait, et tant il semble étrange de voir apparaître instantanément sur un linge blanc une image noire provenant d'un cuivre rouge, sans encrage du cliché. »

A mon avis, le procédé de M. Vial, bien ingénieux, à la vérité, n'est que la simplification coquette d'un procédé connu qui est employé pour marquer le linge.

On peut néanmoins en tirer parti d'une manière fort jolie.

Votre femme a fait l'acquisition d'une robe blanche, d'une robe pure..... comme le fond de son cœur. Un caprice survient : au diable la robe ! Que faire, infortuné mari? Vite, courez chez le graveur, faites graver un lys, une pensée, et achetez une dissolution d'azotate d'argent. Cachez-vous dans un coin, immergez la robe, appliquez de ci et de là le timbre enchanteur, séchez le tissu, pliez avec soin et présentez avec une caresse à votre capricieuse moitié. Tableau.

Maris de France et d'ailleurs, bénissez M. Vial ! Voilà qui est pratique et capable de dérider bien des jolis fronts !

RECHERCHES SUR LA COCHENILLE.

Par MM. Liebermann et Dorp.

(*Annales de chimie et de pharmacie*, juin 1872.)

Traduit de l'allemand pour le *Moniteur scientifique*; par M. Charles Baumfeld.

Parmi toutes les matières colorantes qui, depuis des siècles, sont employées dans l'industrie sur une grande échelle, la cochenille est celle sur laquelle il a été fait relativement le moins de recherches au point de vue théorique. Et cependant, jusqu'à la découverte des couleurs d'aniline, la cochenille pouvait avec raison être considérée comme la plus belle et la plus précieuse de toutes les couleurs ; mais elle ne possède aucune de ces propriétés qui ont de l'attrait pour le chimiste et l'invitent aux expériences ; elle ne forme presque pas de composé cristallisable, elle ne se laisse pas purifier facilement par voie de sublimation, car elle n'est pas volatile ; et enfin, de quelque manière qu'on la traite, elle ne donne aucun produit qui, par ses autres combinaisons, puisse faire conclure sa composition. C'est ce qui explique pourquoi tout ce qui, depuis Drebbel (1630) et Glauber, qui déjà s'en sont occupés, a été écrit sur la cochenille, se borne presque exclusivement au côté zoologique et industriel de la question, tandis que, sur la partie chimique, il n'existe qu'un nombre de travaux fort restreint (1).

Parmi ces derniers, les recherches de Warren de la Rue (2) et de Hlasiwetz et Grabowski (3) occupent le premier rang.

De la Rue a montré que, contrairement à l'analyse de Pelletier et Caventou (4), la cochenille est une substance dépourvue d'azote. Il l'a purifiée avec soin et a fourni sur elle un grand nombre de données analytiques. Pelletier, Caventou et Arppe (5) avaient constaté qu'en faisant réagir l'acide nitrique sur la cochenille, il se forme de l'acide oxalique. De la Rue a démontré qu'outre l'acide oxalique, cette réaction donne lieu à un acide nouveau qu'il a appelé acide nitrococcique et auquel, par des expériences faites sur l'acide libre et sur ses sels, il a été conduit à donner pour formule $C^8H^5(AzO^2)^3O^2$; la formule des sels est $C^8H^5(AzO^2)^3O^3R^2$.

---

(1) Un aperçu des travaux sur la cochenille depuis 1847 a été donné par Warren de la Rue, dans les *Annales de chimie et de pharmacie*, t. LXIV.

(2) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. LXIV.

(3) *Idem.*

(4) *Annales de chimie et de physique*, t. II, p. 194, 2e série.

(5) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. LV, p. 101.

De la Rue a fait remarquer, dès cette époque, que cet acide est identique ou tout au moins isomère avec l'acide trinitroanisique que Cahours venait de découvrir.

Hlasiwetz et Grabowski (1) ont fait faire à la connaissance de la cochenille un progrès encore plus important. Ce sont eux qui nous ont appris que la cochenille brute (l'acide carminique de de la Rue) est une glucoside qui peut se dédoubler en sucre et en une matière colorante nouvelle, la carmine; fait aussi intéressant pour le physiologiste que pour le chimiste, car il établit un rapport très-étroit entre la cochenille, matière colorante animale, et les matières colorantes végétales qui, autant qu'elles ont été étudiées jusqu'à présent, sont considérées comme des glucosides (ce mot de glucoside étant compris dans un sens plus général et s'appliquant non-seulement aux substances qui donnent du sucre, mais aussi à celles qui se dédoublent pour donner des matières analogues aux sucres ou saccharoïdes, telles que l'indiglucine, la phloroglucine, le sucre de quercitrine, etc.).

Après cette découverte, qui leur montra la nécessité de changer les formules de l'acide carminique (2) et du carmin, Hlasiwetz et Grabowski cherchèrent, par la voie de dédoublements successifs, à obtenir des données plus précises et plus étendues sur la constitution de la molécule de cette matière colorante. Ils chauffèrent l'acide carminique avec de la potasse et obtinrent, outre les acides oxalique et succinique, qu'ils attribuent à la décomposition du sucre et de la glucoside, une nouvelle substance cristallisable à laquelle ils ont donné le nom de coccine.

Cette matière donnait de magnifiques couleurs par l'oxydation à l'air ou lorsqu'on chauffait ses solutions dans l'acide sulfurique concentré, ou dans les alcalis. Ces phénomènes de coloration l'ont fait comparer par Hlasiwetz et Grabowski aux corps analogues à la quinine ou aux acides faibles à forte proportion d'oxygène, comme l'acide gallique, par exemple.

Nous ne partageons pas cette opinion, et nous croyons plutôt que ce corps n'est autre chose qu'une matière colorante réduite par la fusion avec l'alcali. Malheureusement, les recherches de Hlasiwetz et Grabowski sur cette substance ont dû se borner à quelques analyses seulement, à cause de la grande difficulté de l'obtenir, surtout en quantité notable.

ACIDE NITROCOCCIQUE.

L'acide nitrococcique n'a jamais été étudié au point de vue de sa constitution; il est cependant, d'après ce que nous avons dit plus haut, un dérivé de l'acide carminique bien déterminé, et on devait penser que la connaissance de sa composition pourrait servir à connaître celle de la cochenille, de même que l'acide phtalique a fait trouver la formule de l'alizarine.

Gmelin seul se contente de dire de l'acide nitrococcique qu'il est isomère avec l'acide méthylsalicilique trinitré et de l'acide trinitroanisique. Or, cette isomérie, si elle existe, ne peut être qu'une isomérie très-lointaine, car ces deux derniers acides sont monobasiques, tandis que l'acide nitrococcique forme des sels avec 2 équivalents de base. Cet acide pourrait, au contraire, être plus probablement un acide crésotique nitré, et c'est ce qui n'a pas échappé à M. Strecker dans son excellent petit traité de chimie. Mais comme il n'existe aucune expérience dont les résultats pourraient être invoqués pour démontrer le contraire, on pourrait aussi faire dériver l'acide nitrococcique d'un hydrocarbure aromatique autre que le benzol.

Préparation de l'acide nitrococcique. — La préparation de l'acide nitrococcique au moyen de l'acide carminique ne présente d'autre difficulté que celle de la préparation préalable de ce dernier acide, qui est une opération longue et pénible. Nous avons tourné cet inconvénient en employant, au lieu de l'acide carminique, la carmine de cochenille du commerce qui est une combinaison à l'état de poudre très-fine de carmin avec de l'argile et de la chaux. On

---

(1) *Idem*, t. CXLI, p. 329.

(2) Après les analyses de Schützenberger et de Schaller (*Jahresbericht für Chemie*, 1858, p. 462; et 1854, p. 410), dont les résultats sont si différents de ceux obtenus par Warren de la Rue, la formule de l'acide carminique a besoin d'être établie par de nouvelles recherches. Il est possible qu'il existe plusieurs acides carminiques composés du même carmin et renfermant un plus ou moins grand nombre de molécules de sucre. Cependant, les preuves de Schützenberger ne nous semblent pas suffisantes pour nous autoriser à admettre avec lui dans la cochenille l'existence de deux matières colorantes représentées par les formules $C^9H^{10}O^5$ et $C^9H^8O^7$.

porte cette poudre, par petites quantités, et tant qu'une effervescence très-vive a lieu, dans de l'acide nitrique bouillant de 1.37 de densité; on laisse bouillir pendant quelques instants, puis on évapore au bain-marie et on laisse refroidir. On obtient ainsi une bouillie de cristaux qui sont de l'acide nitrococcique mélangé d'acide oxalique; il est facile de séparer les deux acides. Pour cela, on dissout les cristaux dans l'eau chaude, on filtre, puis on ajoute de l'acide nitrique et on laisse refroidir. L'acide nitrococcique, beaucoup moins soluble dans l'eau acidulée d'acide nitrique que l'acide oxalique, se précipite en beaux cristaux.

Par une seconde cristallisation dans le même dissolvant, on obtient l'acide nitrococcique pur qui se présente sous la forme d'écailles blanches d'un brillant argentin, et possédant les propriétés dont parle Warren de la Rue. Le rendement en acide du carmin employé est de 6 à 7 pour 100. Quant à l'identité de cet acide ainsi obtenu avec la substance de Warren de la Rue, elle est démontrée par les analyses suivantes :

I. $0^{gr}.3054$ de substance séchée à 100 degrés ont donné $0^{gr}.3694$ d'acide carbonique et $0^{gr}.0575$ d'eau.

II. $0^{gr}.3223$ de substance ont donné $0^{gr}.3939$ d'acide carbonique et $0^{gr}.0557$ d'eau.

	I.	II.	D'après la formule $C^8H^5(AzO^2)^3O^3$.
C	32.98	33.33	33.45
H	2.09	1.92	1.74

Lorsqu'il n'est pas parfaitement pur, l'acide nitrococcique cristallise en lames jaunes semblables à l'acide picrique. Après plusieurs cristallisations, ces lames deviennent blanches, mais leurs solutions restent jaunes; elles colorent fortement les fibres animales et la peau dont elles sont précipitées par les acides forts. L'acide nitrococcique ne commence à fondre qu'entre 170 et 180 degrés, température où il se décompose. A une température plus élevée, il détone. Sa solution aqueuse donne avec l'acétate de plomb basique un précipité jaune qui se colore en rouge par l'ébullition et reprend sa couleur primitive par le refroidissement.

Crésol trinitré. — Lorsqu'on chauffe à 180 degrés et pendant plusieurs heures de l'acide nitrococcique dans des tubes scellés, on voit, en ouvrant le tube, s'échapper une grande quantité de gaz ayant les caractères de l'acide carbonique. Il reste au fond du tube une masse jaune, solide et cristalline, qui souvent se maintient à l'état liquide à une température bien inférieure à son point de fusion. Cette manière de se comporter indique qu'on se trouve en face d'un produit de décomposition de l'acide nitrococcique. Ce nouveau composé est mélangé d'un peu d'acide nitrococcique non décomposé; on l'en débarrasse en le faisant cristalliser dans l'eau, dans laquelle il est moins soluble que l'acide nitrococcique.

L'analyse a fourni pour la composition de ce corps les proportions suivantes :

I. $0^{gr}.2582$ de substance, séchée à la température de 75 degrés, ont donné $39^{cc}.900$ d'azote, à la température de 21°.7 C. et à une hauteur barométrique de $755^{mm}.47$.

On l'obtient aussi en chauffant à 180 degrés l'acide nitrococcique avec de l'acide chlorhydrique du commerce.

Nous avons espéré pouvoir, par le même procédé, enlever à cet acide les groupes nitrés et les remplacer par du chlore, ainsi que M. Salkowsky est parvenu à le faire pour l'acide chrysanisique (1); mais nos recherches faites dans ce sens ont montré qu'une telle réaction n'a pas lieu.

Pour le second procédé que nous venons d'indiquer, l'analyse a donné la même composition :

II. $0^{gr}.1942$ CO^2 et $0^{gr}.0359$ H^2O pour $0^{gr}.15550$ de substance, et $43^{cc}.4$ Az pour $0^{gr}.29$ de substance.

Seulement, le produit obtenu par la décomposition de l'acide nitrococcique par l'eau est plus pur que celui que l'on obtient par l'acide chlorhydrique; avec celui-ci, il se forme en même temps un corps goudronneux.

(1) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. CLXIII, p. 27.

L'analyse du corps en question conduit à la formule $C^7H^5Az^3O^7$, qui répond à la composition du trinitrocrésol.

	Obtenu. I.	II.	III.	Calculé pour $C^7H^5(AzO^2)^3O$.
C	»	34.17	»	34.56
H	»	2.57	»	2.06
Az	17.44	»	17.17	17.28
O	»	»	»	46.10

L'équation suivante rend compte de la réaction.

$$\underbrace{C^8H^5(AzO^2)^3O^3}_{\text{Acide nitrococcique.}} = CO^2 + C^7H^5(AzO^2)^3O.$$

On ne connaît jusqu'à présent, d'une manière certaine, qu'un crésol trinitré ; il a été obtenu d'abord par Fairlie (1), et plus tard par Duclos (2), Beilstein et Kellner (3), avec le crésol du goudron de houille. D'après les travaux de Buff (4), ce crésol paraît être un mélange de paracrésol et de métacrésol. Nous croyons cependant que le composé trinitré ne dérive que de l'un de ces crésols ; car, d'après la description que Duclos donne du procédé de sa préparation, les dérivés des autres crésols se trouvent écartés autant que possible. Duclos dit, en effet, qu'il faut d'abord chauffer une solution étendue d'acide crésylsulfurique avec de l'acide azotique, puis filtrer le corps résineux qui s'est formé, et c'est de la substance qui est contenue dans ce qui passe au filtre qu'on prépare le trinitrocrésol.

Le rôle des groupes OH et CH^3 dans le *crésol du goudron de houille* ne se laisse pas non plus déterminer avec une entière exactitude par la comparaison de l'acide crésolique que Kolbe et Lautemann (5) ont retiré de ce crésol au moyen d'acide carbonique et de soude, avec les acides obtenus de la même manière par Engelhardt et Latschinoff (6), du crésol α, du crésol β et du crésol γ (acides toluolsulfuriques) ; car les données de MM. Kolbe et Lautemann ne s'accordent pas avec celles de MM. Engelhardt et Latschinoff sur l'un de leurs trois acides.

Le crésol trinitré obtenu par nous a les mêmes propriétés que celles du trinitrocrésol de Duclos. Il est assez soluble dans l'alcool, peu soluble dans l'eau ; l'eau bouillante le précipite en longues aiguilles jaunes ; son point de fusion est constant et se trouve entre 105 et 106 degrés ; Duclos, en parlant du point de fusion de son produit, dit « un peu au-dessus de 100 degrés. »

En déterminant son degré de solubilité, nous avons trouvé que 26gr.0044 d'eau en dissolvent, à 20° C., 0gr.0567 ; c'est-à-dire que 458 parties d'eau dissolvent 1 partie de trinitrocrésol, ce qui coïncide avec l'expérience de Duclos, d'après laquelle 1 partie de trinitrocrésol se dissout dans 449 parties d'eau.

Le sel de potasse se dissout dans de l'eau acidulée d'acide sulfurique et cristallise en petites aiguilles d'un jaune pur. D'après Fairlie, ces aiguilles sont rouge orangé ; Duclos ne parle pas de leur couleur.

0gr.2833 de ce sel, séchés à 75 degrés, ont donné 0gr.087 K^2SO^4, ce qui revient à 13.84 de potassium ; et, d'après la formule CHK(AzO), on a K = 13.91.

CRÉSOLAMIDE BINITRÉ.

Beilstein et Kellner, en réduisant par l'acide sulfhydrique la solution ammoniaco-alcoolique du trinitrocrésol, l'ont changé en crésolamide binitré. Nous avons exécuté la même expérience avec notre trinitrocrésol et nous avons constaté tous les phénomènes mentionnés par ces chimistes.

(1) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, t. XCII, p. 320.
(2) *Idem*, t. CIX, p. 135.
(3) *Idem*, t. CXXVIII, p. 164.
(4) *Berichte der chemischen Gesellschaft*, t. IV. p. 378.
(5) *Annales de chimie et de pharmacie*, t. CXV, p. 203.
(6) *Zeitschrift für Chemie*, 1869, p. 622.

La substance, purifiée de la manière qu'ils indiquent, a donné par cristallisation de longues aiguilles jaunes. Le meilleur moyen de l'isoler de la matière colorante, qui, dans mes expériences comme dans celles de Kellner et de Beilstein, y adhère opiniâtrement, c'est de la dissoudre dans l'ammoniaque et de la précipiter par l'acide sulfurique. Elle fond à 151 degrés et se décompose immédiatement au-dessus.

0gr.2287 de la substance, chauffés à 75 degrés, ont donné 0gr.3313 d'acide carbonique et 0gr.0859 d'eau.

		D'après la formule $C^7H^5(AzO^2)^2(AzH^2)O$.
C	39.51	39.43
H	4.17	3.28

La différence dans la dose de l'hydrogène a pour cause l'absorption d'un peu d'eau par l'oxyde de cuivre pulvérisé avec lequel on a mélangé la substance.

Le mieux caractérisé de ses sels, c'est, d'après Kellner et Beilstein, le sel de magnésie. Nous avons obtenu ce sel, comme les autres, en aiguilles jaunes, qui, après une seconde cristallisation dans l'eau chaude, se sont précipitées sur toute la surface du verre en la couvrant de lames allongées, s'entre-croisant dans tous les sens.

Nous avons étudié également les réactions de notre crésolamide avec toute la série des sels cités par MM. Beilstein et Kellner, et là encore nous n'avons constaté que des différences très-petites avec le produit de ces deux chimistes.

Pour le sel ammoniacal traité par le sulfate de cuivre, le chlorure de mercure, le nitrate d'argent, le sulfate de nickel et le sulfate de cadmium, les phénomènes étaient identiques avec ceux que rapportent MM. Beilstein et Kellner ; les divergences portèrent seulement sur le sulfate de cobalt avec lequel nous avons obtenu un précipité jaune au lieu d'un précipité rouge ; de même, l'alun et le nitrate d'uranium ne nous ont point donné de précipité, tandis que MM. Beilstein et Kellner disent avoir obtenu un dépôt jaune.

Les faits qui précèdent montrent que notre trinitrocrésol est identique avec celui qu'on a obtenu du goudron de houille ; il en résulte, en outre, que l'acide nitrococcique est un acide crésolique trinitré; sa décomposition en acide carbonique et en trinitrocrésol correspond à la décomposition de l'acide crésolique observée par MM. Kolbe et Lautemann, d'après lesquels il se divise en acide carbonique et en crésol.

$$C^8H^8O^3 = CO^2 + C^7H^8O.$$

LA RUFICCOCINE.

Le carmin de M. Hlasiwetz, dissous dans l'acide sulfurique, n'y subit aucune altération tant que la solution reste froide ; il ressemble en cela à la plupart des matières colorantes. Mais lorsqu'on élève la température à 125 degrés, un changement a lieu : la couleur de la solution passe au rouge violet et on peut se convaincre facilement qu'il s'est formé une matière colorante nouvelle ; car si l'on étend la liqueur avec de l'eau, il se forme un précipité qui, après le lavage, est insoluble dans l'eau, tandis que les deux matières colorantes connues de la cochenille, l'acide carminique et le carmin, sont, au contraire, très-solubles dans ce liquide. D'ailleurs, pour préparer cette nouvelle substance, nous ne nous sommes pas servi du carmin, mais de la carmine de cochenille; nous n'avons employé le carmin qu'une seule fois et cela pour vérifier l'identité du produit obtenu de ces deux manières différentes. La carmine a aussi dans cette expérience l'avantage d'épargner à l'opérateur beaucoup de temps et de peine ; elle en a encore un autre : c'est de se dissoudre dans l'acide sulfurique froid avec une couleur rouge jaunâtre, ce qui rend le passage au violet plus perceptible.

La préparation de cette nouvelle matière colorante, que nous appelons ruficoccine, s'effectue en maintenant la température entre 130 et 140 degrés et en procédant comme l'un des auteurs de cet article, en collaboration avec M. Choïnacki, l'a indiqué pour la ruficoccine. On verse dans l'eau la solution de la carmine dans l'acide sulfurique ; on lave le précipité qui se produit, de manière à le débarrasser de toute trace d'acide sulfurique ; on le dessèche ensuite avec soin ; on le dissout à plusieurs reprises dans l'alcool bouillant, en distillant chaque fois

la liqueur pendant qu'elle est encore en ébullition, et on évapore ensuite cette solution, qui est d'une belle couleur rouge brunâtre et d'un reflet fluorescent jaune citron.

Il reste dans le vase une poudre fine, c'est la ruficoccine ; on la lave à l'eau jusqu'à ce que celle-ci cesse de se colorer et on la fait cristalliser de nouveau dans l'alcool ; elle apparaît alors avec une couleur rouge brique et elle peut être considérée comme parfaitement pure.

La quantité de ruficoccine obtenue par ce procédé est environ le dixième de la carmine employée; mais ce n'est pas le seul produit auquel donne lieu l'action de l'acide sulfurique sur la carmine.

Une autre substance, qui en est environ les 0.30, reste au sein du liquide, lorsqu'on en extrait, au moyen de l'alcool, la ruficoccine précipitée par l'eau. Nous n'avons trouvé pour cette substance aucun autre dissolvant que l'acide sulfurique concentré et les solutions alcalines qui la dissolvent complétement en se colorant en jaune. En raison de son insolubilité, cette substance ne teint ni les caustiques ni la fibre animale. Nous y revenons plus loin.

Propriétés de la ruficoccine. — A froid, elle n'est soluble dans presque aucun dissolvant ; à chaud, elle est faiblement soluble dans l'eau et dans l'éther. Dans ce dernier, la solution présente une belle fluorescence jaune verdâtre. L'alcool est relativement le meilleur dissolvant de la ruficoccine.

Les alcalis la dissolvent avec une belle coloration de cochenille et donnent avec les acides un précipité floconneux jaune. Si l'on verse l'alcali avec précaution, on peut observer deux degrés de saturation colorés de deux manières différentes ; l'ammoniaque, par exemple, donne, lorsqu'elle est en petite quantité, une solution dont la couleur varie du brun au brun rouge ; si elle est en excès, la couleur de la solution est le rouge de fuchsine. Ce phénomène est l'analogue de celui auquel donne lieu la réaction des acides sur les matières colorantes (polybasiques) de l'aniline.

Le sel calcaire de la ruficoccine est une poudre d'un violet rouge sombre, lorsqu'il est humide, et noire, lorsqu'il est sec.

Les mordants sont colorés par la ruficoccine de couleurs semblables à celles de la cochenille, mais beaucoup plus foncées.

L'acide sulfurique donne une solution d'un rouge violet.

Avec le chlorure d'acétyle, il n'y a pas de réaction, même à 160 degrés.

Chauffée avec la poudre de zinc, la ruficoccine donne un carbure d'hydrogène blanc volatile.

Soumise à une température élevée, elle émet des vapeurs rouges, mais elle ne donne qu'une quantité insignifiante de sublimé.

Chauffée avec de l'eau à 200 degrés, elle se décompose ; et, après le refroidissement, le tube se trouve rempli d'une masse considérable formée de matière non décomposée, cristallisée en aiguilles très-fines.

A 215 degrés, nous avons obtenu des cristaux d'un rouge orangé formant des aiguilles dures et nettes.

Les premières analyses faites avec de la ruficoccine desséchée à 130 degrés ont fourni les résultats suivants :

I. 0gr.1987 de ruficoccine contiennent : acide carbonique, 0gr.4670 ; eau, 0gr.0806.
II. 0gr.2319 — — 0gr.5406 ; eau, 0gr.0846.

Ce qui donne, en centièmes :

	I.	II.	D'après la formule $C^{16}H^{12}O^{6}$.
	—	—	—
C	64.10	63.58	64.00
H	4.51	4.05	4.00

Plus tard, d'autres analyses, exécutées avec de la substance purifiée avec beaucoup de soin et dont nous avons pu nous procurer des quantités considérables, nous ont donné constamment un peu moins d'hydrogène et un peu plus de carbone, de sorte que nous avons dû diminuer la formule ci-dessus de 2 atomes d'hydrogène.

Voici d'ailleurs les proportions de ces éléments, telles que ces nouvelles analyses les ont données :

I. $0^{gr}.2371$ de ruficoccine, séchée entre 130 et 140 degrés, ont donné : $0^{gr}.5545$ d'acide carbonique, et 0.078 d'eau.

II. $0^{gr}.2180$ de ruficoccine, séchée entre 130 et 140 degrés, ont donné : $0^{gr}.5110$ d'acide carbonique, et 0.0737 d'eau.

III. $0^{gr}.1956$ de ruficoccine, séchée entre 130 et 140 degrés, ont donné : $0^{gr}.4624$ d'acide carbonique, et 0.0646 d'eau.

Dans les analyses I et II, nous avons tenu compte des 5 pour 100 de cuivre que la substance avait laissés. La ruficoccine employée pour l'analyse III a été cristallisée une seconde fois dans l'eau de la manière indiquée plus haut.

Les résultats, en centièmes, sont :

	I.	II.	III.	D'après la formule $C^{16}H^{10}O^{6}$.
C	63.78	63.93	64.47	64.43
H	3.66	3.76	3.67	3.36

Ruficoccinate de chaux. — Nous l'avons obtenu, en dissolvant la ruficoccine dans un excès d'ammoniaque, fraîchement distillée, et en le précipitant de cette solution par du chlorure de calcium pur; nous avons ensuite chassé l'excès d'ammoniaque en chauffant dans un courant d'air exempt d'acide carbonique. L'excès d'ammoniaque employé avec les précautions nécessaires pour éviter la formation de carbonate, est d'une grande importance pour la préparation des laques de beaucoup de matières colorantes, parce que la plupart des sels de ces matières ne peuvent s'obtenir à cause de l'insuffisance de l'ammoniaque dont une partie se perd par l'évaporation. D'un autre côté, il est indispensable de chasser aussitôt cet excès, afin d'empêcher la formation de l'amide avec les matières colorantes.

Le sel de chaux ainsi obtenu forme des flocons violets qui deviennent noirs après la dessiccation.

Quant à sa composition, voici le résultat d'une analyse :

$0^{gr}.2196$ de sel, séché entre 130 et 140 degrés, ont donné $0^{gr}.0378$ de chaux.

Ce qui, en centièmes, correspond à 17.21 ; d'après la formule $C^{16}H^{8}CaO^{6}$, on a, pour CaO, le nombre 16.67.

Pour acquérir d'autres notions sur la composition de la ruficoccine, nous avons essayé de produire son éther acétylique. Nous l'avons d'abord traitée par le chlorure d'acétyle, mais aucune réaction n'ayant eu lieu, même à 160 degrés, ce dont témoignait la petite quantité de l'acide chlorhydrique qui se dégageait, nous avons employé l'acide acétique anhydre, que nous avons fait réagir sur la ruficoccine pendant plusieurs heures et à une température de 180 degrés. Le produit de la réaction fondit, chauffé dans l'étuve, en une résine brune. Il fut extrait par le chloroforme, et la substance visqueuse qui est restée après l'évaporation de ce dissolvant fut dissoute dans l'alcool, dans lequel, après une évaporation lente, elle se sépara avec une belle couleur rouge brique.

L'analyse a donné :

I. Pour $0^{gr}.2090$ de substance séchée à 70 degrés : acide carbonique, 0.4910 ; eau, »

II. — $0^{gr}.1660$ — — 115 — — 0.3927 ; — 0.0621.

En centièmes :

	I.	II.	Pour la ruficoccine, il faut :
C	64.07	64.52	64.43
H	»	4.16	3.36

Ces nombres se rapprochent beaucoup de ceux qui ont été calculés pour la ruficoccine et s'écartent, au contraire, de la composition des dérivés acétylés qui demandent beaucoup moins de carbone, comme on peut le voir par le tableau ci-dessous :

	$C^{16}H^{6}O^{2}\left\{\begin{matrix}(OH)^{3}\\(C^{2}H^{3}O^{2})\end{matrix}\right.$	$C^{16}H^{6}O^{2}(C^{2}H^{3}O^{2})^{4}$.
C	63.53	61.80
H	3.53	3.86

Nous avons essayé aussi de démontrer directement, par la méthode de M. Schiff (1), l'exis-

(1) *Annales de chimie et de pharmacie*, t. CLIV, p. 10.

tence des groupes acétylés de la ruficoccine. Ces expériences se sont montrées d'accord avec les résultats de l'analyse, et nous n'avons obtenu que des quantités très-faibles de phosphate double d'ammoniaque et de magnésie.

Il résulte de là que l'acide acétique anhydrique ainsi que le chlorure d'acétyle n'ont que très-peu d'action sur la ruficoccine, et que cette méthode de déterminer le nombre des hydroxyles, appliquée aux matières colorantes, ne donne pas toujours des résultats utiles.

Il est probable que la substance en question, qui diffère de la ruficoccine par une solubilité et une fusibilité plus grandes, n'est autre chose que de la ruficoccine souillée d'un peu de matière acétylée.

Voici maintenant les raisons qui, après celles qui résultent de la composition en centièmes donnée par l'analyse, nous ont fait donner à la ruficoccine la formule $C^{16}H^{10}O^6$:

Par son mode de formation ainsi que par la manière de se comporter, la ruficoccine se trouve avec la cochenille, qui est très-soluble, dans le même rapport que celui qui existe entre la rufiopine et l'acide opianique, ou entre l'acide rufigallique et l'acide gallique. En effet, si l'on compare la quantité de carbone et d'hydrogène de la ruficoccine avec celle de ces corps contenue dans le carmin qui lui a donné naissance, on voit qu'une condensation de carbone a eu lieu. Ce qui, d'un autre côté, établit encore l'analogie de la ruficoccine avec les composés qu'on vient de nommer, c'est que, sous l'action réductrice de la poudre de zinc, elle donne un carbure d'hydrogène, volatile, *semblable à l'anthracène,* corps dont il sera question plus loin, tandis que, absolument comme les acides gallique et rufigallique, le carmin et l'acide carminique ne donnent pas de produits de décomposition ou donnent seulement des liquides huileux très-mobiles.

D'un autre côté, l'acide nitrococcique ayant été reconnu comme de l'acide crésolique trinitré $C^6\left\{\begin{array}{l}(NO^2)^3\\ OH\\ CH^3\\ CO,OH\end{array}\right.$, il en résulte d'une manière certaine que la matière colorante qui a produit la ruficoccine, c'est-à-dire le carmin, contient des groupes méthyliques combinés directement avec le radical aromatique; car on ne saurait admettre que cette combinaison ne s'est formée que sous l'action de l'acide nitrique. Donc, sans connaître la relation qui existe entre le composé crésotique et la molécule entière de carmin, nous pouvons admettre que l'acide sulfurique qui, dans la formation de la ruficoccine, exerce sur la cochenille, en dégageant de l'acide sulfureux, la même action oxydante que l'acide nitrique, en sépare aussi un radical composé semblable à celui de l'acide crésotique, et que *deux* molécules de ce radical composé se groupent, par l'enlèvement d'eau, de la même manière que le fait l'acide gallique pendant la formation de l'acide rufigallique. De sorte qu'il se produira une matière colorante d'après l'égalité suivante :

$$2(C^8H^8O^3) - 2H^2O = C^{16}H^{12}O^4.$$

Notre ruficoccine renferme plus d'oxygène que n'indique cette formule, et il est probable, d'après cette différence, que l'action de l'acide nitrique diffère de celle que l'acide sulfurique exerce dans les premiers instants, en ce que l'endroit où la molécule de carmin est rompue par la formation de l'acide crésotique, est rempli par le groupe nitrique, par l'effet de l'acide azotique et par le groupe OH, par l'action oxydante de l'acide sulfurique.

D'après cela, la première phase de l'action de l'acide sulfurique donnerait lieu à la formation, non de l'acide crésotique, mais d'un acide méthylbioxycarbonique de la benzine.

$$C^6H^2\left\{\begin{array}{l}CH^3\\ CO,OH.\\ (OH)^2\end{array}\right.$$

Ce n'est que pendant la seconde phase de la réaction que la condensation a lieu d'après l'équation :

$$2(C^8H^8O^4) - 2H^2O = C^{16}H^{12}O^6.$$

C'est, en réalité, cette formule que nous avions d'abord adoptée pour la rufficoccine, et ce ne fut que lorsque, plus tard, d'autres analyses nous eurent démontré que sa dose d'hydrogène est un peu plus petite, que nous lui avons donné la formule $C^{16}H^{10}O^6$, plus pauvre

de 2 atomes d'hydrogène. D'après cela, nous pouvions présumer seulement que 2 atomes d'hydrogène ont été enlevés par l'action oxydante de l'acide sulfurique.

Ce qui devait être décisif pour la confirmation ou pour l'abandon des hypothèses faites sur la pyrococcine, c'est l'analyse du carbure d'hydrogène produit par la ruficoccine sous l'influence de la poudre de zinc. Si, en effet, la formation a lieu d'après la formule $2C^8H^8O^4 - 2H^2O = C^{16}H^{12}O^6$ et d'une manière analogue à celle de l'acide rufigallique, le carbure d'hydrogène devait être du diméthylure d'anthracène ; si, au contraire, il y a eu séparation de deux autres atomes d'hydrogène, il devait se produire un carbure d'hydrogène représenté par $C^{16}H^{12}$.

Du carbure d'hydrogène $C^{16}H^{12}$. — Pour préparer ce carbure d'hydrogène, on chauffe la ruficoccine avec de la poudre de zinc de la manière déjà indiquée par nous (1), en n'employant jamais plus de 1 gramme de substance à la fois. Il se dépose, dans la partie antérieure du tube, un sublimé cristallisé en feuillets d'une forme agréable ; mais ces cristaux sont en très-petite quantité parce que la pyrococcine est très-peu volatile. 30 grammes de ruficoccine nous ont donné à peine 1 gramme de carbure à l'état brut. Ces cristaux furent purifiés par compression, après quoi ils furent sublimés et cristallisés de nouveau dans de la benzine. Par cette opération, ce corps perd la couleur jaune qu'il possède presque toujours à l'état impur. Il donne un sublimé qui ressemble à celui de l'anthracène. Il est plus soluble que ce dernier dans les dissolvants comme l'éther, l'alcool et la benzine. Pris à l'état pur, son point de fusion oscillait, pour divers échantillons, entre 183 et 188 degrés. Il se combine avec l'acide picrique pour former des cristaux orangés peu nets. D'après une analyse, sa composition est la suivante :

0gr.1825 de substance desséchée à 100 degrés renferment 0gr.6302 d'acide carbonique et 0.1041 d'eau.

En centièmes :

		D'après les formules		
		$C^{16}H^{12}$	$C^{16}H^{14}$	$C^{14}H^{10}$
C	94.18	94.12	93.2	94.38
H	6.34	5.88	6.8	5.62

Cette composition concorde bien avec celle exigée par $C^{16}H^{12}$; elle concorde aussi, quoique moins bien, avec la composition calculée pour l'anthracène ; mais bien que toutes ces propriétés donnent à ce carbure le caractère d'un composé très-rapproché de l'anthracène, les différences qu'il présente avec ce dernier ne permettent pas de considérer ces deux composés comme identiques. Quant à la formule $C^{16}H^{14}$, l'analyse la rend inadmissible.

Pour comparer mieux encore notre carbure d'hydrogène avec l'anthracène, nous avons produit son quinate en le faisant bouillir avec une solution d'acide chromique dans du vinaigre.

Le sel obtenu se dissout dans l'acide acétique et la benzine, et cristallise en longues aiguilles blanches semblables à celles du quinate d'anthracène. Il donne aussi, comme ce dernier, un sublimé d'aiguilles d'un jaune clair. Nous avons trouvé pour son point d'ébullition 200 degrés ; à 225 degrés, il devient mou ; à côté, le quinate d'anthracène fondait à 275 degrés. Bouilli avec de l'acide sulfurique, il se transforme en un acide composé avec l'acide sulfurique. Cet acide, fondu avec de la potasse, donne un liquide rouge (avec l'acide anthraquinosulfurique, on obtient un liquide bleu) dont la couleur se détruit par une seconde fusion.

Ainsi, ici aussi, il y a, à côté de grandes ressemblances, de petites différences avec l'anthracène. Quant à la composition de ce quinate, nous n'avons pu jusqu'à présent en obtenir une quantité suffisante pour en faire l'analyse.

La formation du carbure $C^{16}H^{12}$ est aussi complétement semblable à celle de l'anthracène ; elle a lieu d'après l'égalité suivante :

$$\underbrace{C^{16}H^{10}O^6}_{\text{Pyrococcine.}} - O^6 + H^2 = C^{16}H^{12}.$$

(1) *Annales de chimie et de pharmacie*, t. et sup. VII, p. 297.

D'après ce que nous avons dit de la manière dont se produit la pyrococcine, sa composition et celle du carbure d'hydrogène se déduisent des égalités que voici :

$$2\left(C^6H^2\left\{\begin{matrix}(OH)^2\\ CH^3\\ CO,OH\end{matrix}\right.\right) - 2H^2O = C^{14}H^2\left\{\begin{matrix}(OH)^4\\ (CH^3)^2\\ O^2\end{matrix}\right.$$

$$C^{14}H^2\left\{\begin{matrix}(OH)^4\\ (CH^3)^2\\ O^2\end{matrix}\right. + O = \underbrace{C^{14}H^2\left\{\begin{matrix}(OH)^4\\ CH^2\\ \vert\\ CH^2\\ O^2\end{matrix}\right.}_{\text{Pyrococcine.}} + H^2O$$

$$C^{14}H^2\left\{\begin{matrix}(OH)^4\\ CH^2\\ \vert\\ CH^2\\ O^2\end{matrix}\right. - O^6 + H^2 = \underbrace{C^{14}H^8\left\{\begin{matrix}CH^2\\ \vert\\ CH^2\end{matrix}\right.}_{\text{Carbure d'hydrogène } C^{16}H^{12}.}$$

Produit secondaire de la préparation de la ruficoccine.

Nous avons dit plus haut, page 728, que lorsqu'on traite la carmine par l'acide sulfurique, la plus grande partie de cette substance se transforme en une matière noire, insoluble dans les dissolvants neutres. Analysée, après avoir été préalablement purifiée par dissolution dans la potasse, filtrée et précipitée par un acide, elle nous a donné :

I. Pour $0^{gr}.1996$ de substance séchée entre 130 et 140 degrés, $0^{gr}.4605$ d'acide carbonique et 0.0726 d'eau.

II. Pour $0^{gr}.2558$ de substance séchée entre 130 et 140 degrés, $0^{gr}.5805$ d'acide carbonique et 0.0791 d'eau.

La substance de la première analyse contenait 1.92 pour 100 dont nous avons tenu compte. Dans l'analyse I, une quantité de cendre beaucoup moindre a été négligée.

Les proportions ci-dessus évaluées en centièmes donnent :

	I.	II.
C	62.93	61.9
H	4.04	3.44

nombres qui diffèrent très-peu de ceux de la formule $C^{32}H^{20}O^{13}$, d'après laquelle on a :

C	62.74
H	3.27

La formule $C^{32}H^{10}O^{13}$, qui indique à très-peu près la composition du produit secondaire qui nous occupe, peut facilement être mise d'accord avec la formule de la ruficoccine. Elle n'a cependant pour nous d'autre utilité que celle d'indiquer qu'il existe une certaine relation entre ces deux matières. Il est vrai que, traitée par la chaleur, le corps $C^{32}H^{20}O^{13}$ se carbonise totalement, et, par suite, ne donne pas non plus de produit de réduction par le grillage avec de la poudre de zinc. Nous sommes cependant parvenus par une voie détournée à en retirer le même carbure d'hydrogène que celui que nous a donné la ruficoccine.

Cette substance a aussi beaucoup de rapport avec les autres matières colorantes de la cochenille ; c'est ce que prouve sa décomposition par l'acide nitrique fort en acide nitrococcique et oxalique.

En la chauffant pendant cinq ou six heures à 180 degrés avec de l'eau de baryte, et en versant ensuite dans le tube de l'acide chlorhydrique, on obtient un précipité brun, très-soluble dans l'alcool, l'éther et la benzine ; chauffé dans l'étuve, il fond en une résine brune, se colore comme la ruficoccine et se dissout, comme elle, dans les alcalis avec la même belle coloration violette.

Ses laques sont semblables à celles de la cochenille.

Sa composition n'a pas été trouvée la même dans des préparations différentes, mais les

quantités d'hydrogène et de carbone y ont toujours été plus considérables que dans le produit final (1).

Ce que cette matière offre de plus intéressant, c'est que, chauffée, elle émet des vapeurs rouges et donne avec la poudre de zinc un carbure d'hydrogène que nous considérons comme identique avec celui de la ruficoccine (point de fusion à 188 degrés). Il faut conclure de là que notre produit secondaire renferme le même radical carburé que la ruficoccine.

Comme cette substance est décomposée par la potasse de la même manière que par l'hydrate de baryte, nous essayerons de la préparer par ce moyen pour en obtenir de plus grandes quantités.

RUFICARMINE.

La transformation de la cochenille en ruficoccine nous semblait pouvoir aussi être opérée par l'eau à une température élevée. Il s'agissait donc de chauffer à 200 degrés du carmin dans des tubes scellés. Pour cela, nous avons décomposé le carminate de plomb par un excès d'acide sulfurique étendu, nous avons filtré la liqueur et nous l'avons fait bouillir pendant un temps prolongé dans un appareil à réfrigérant ascendant. Ensuite, nous avons, par une ébullition prolongée, enlevé l'acide sulfurique en y ajoutant du carbonate de plomb jusqu'à ce que les quantités du sel ajoutées en dernier lieu fussent devenues bleues.

La liqueur filtrée, d'un brun foncé, était une solution de carmin. Elle fut évaporée jusqu'à un très-petit volume et chauffée directement dans un tube scellé. Exposée à la chaleur pendant plusieurs heures, sa couleur est devenue jaune clair et il s'est séparé un corps résineux foncé. Ce corps produisait dans les alcalis les mêmes colorations que le carmin et la pyrococcine ; mais il se distinguait du premier par son insolubilité absolue dans l'eau, et de la seconde par sa solubilité presque absolue dans l'alcool.

Pour le débarrasser de petites quantités de substance carbonisée, nous l'avons dissous dans l'éther, nous avons filtré et enlevé le dissolvant par distillation. Le corps s'est déposé en écailles d'un brun rougeâtre. Celles-ci furent dissoutes dans de l'alcool refroidi et additionnées petit à petit d'eau acidulée d'acide chlorhydrique. La liqueur, d'abord trouble, déposa bientôt une poudre d'un magnifique rouge cramoisi. Cette expérience, pour donner un beau produit, exige une certaine habitude, car si les proportions ne sont pas observées avec précision, on n'obtient qu'une substance résineuse. Cependant, en redissolvant celle-ci dans l'alcool et en la précipitant convenablement, on obtient la même poudre rouge. Cette poudre, lorsqu'elle est humide, ne peut être chauffée dans l'étuve sans se fondre en une résine; elle reste, au contraire, inaltérée, même à 115 degrés, si elle a été bien desséchée dans le dessiccateur. Elle retient toujours, comme toutes les matières colorantes de la cochenille, un peu de cendre, dont on a tenu compte dans les analyses suivantes :

I. $0^{gr}.2549$ de substance desséchée sur de l'acide sulfurique ont donné 0.5960 d'acide carbonique et 0.0919 d'eau.

II. $0^{gr}.2249$ de substance desséchée sur de l'acide carbonique ont donné 0.5218 d'acide carbonique et 0.0820 d'eau.

III. $0^{gr}.2148$ de substance desséchée à 115 degrés ont donné 0.4984 d'acide carbonique et 0.0815 d'eau.

	I.	II.	III.	D'après la formule $C^{16}H^{12}O^{6}$.
	—	—	—	—
C	63.77	63.28	63.28	64.00
H	4.01	4.05	7.22	4.00

Ici aussi il y a condensation de la matière colorante primitive, comme par l'action déshydratante de l'acide sulfurique. L'hydrogène des groupes méthyliques est resté intact en raison de l'absence d'agents oxydants. La condensation cependant qui a lieu ici s'effectue dans une

(1) Résultats des expériences :

Première préparation	a)	C, 67.03 pour 100 ;	H, 5.13 pour 100.	
—	b)	C, 67.10 —	H, 5.00 —	
Deuxième préparation	a)	C, 65.02 —	H, 4.89 —	
—	b)	C, 64.82 —	H, 4.87 —	

autre direction que dans la formation de la ruficoccine; c'est ce que prouvent les propriétés si différentes de cette substance que, pour cette raison, nous avons appelée ruficarmine. Sa quantité insuffisante ne nous a pas permis d'en faire l'analyse.

Nous avons espéré pouvoir obtenir la ruficarmine par voie de synthèse, en chauffant de l'acide orsélique avec de l'acide sulfurique concentré. La réaction qui a lieu d'après l'équation :

$$2C^6H^2\left\{\begin{array}{l}CH^3\\(OH)^2\\CO,OH\end{array}\right. - 2H^2O = C^{14}H^2\left\{\begin{array}{l}(CH^3)^2\\(OH)^4\\O^2\end{array}\right.$$

pourrait se rapprocher de celle qui produit les rufiacides que nous avons mentionnés plusieurs fois. Mais l'expérience a montré que l'acide sulfurique concentré décompose l'acide orsélique, même à une température peu élevée, en dégageant de l'acide carbonique. Il ne se forme pas, pendant cette réaction, de substance colorant en violet l'acide sulfurique concentré.

Il faut mentionner aussi que si, au lieu de faire bouillir, avec de l'acide sulfurique dilué, la solution d'acide carminique obtenue par la décomposition du carminate de plomb par l'acide sulfurique, on la chauffe seulement, sans la porter à l'ébullition, de manière que la décomposition de la glucoside ne soit que partielle. En chauffant avec de l'eau à 200 degrés, on n'obtient pas de résine, mais des cristaux ayant la forme de longues aiguilles de couleur foncée. Nous n'avons pas encore examiné ces cristaux.

La coccine de MM. Hlasiwetz et Grabowsky. — Sous le nom de coccine, ces deux chimistes ont désigné une substance qui se forme lorsqu'on fond du carmin ou de l'acide carminique avec de la potasse. Nous avons donné au produit de la réaction de l'acide sulfurique sur l'acide carminique le nom de ruficoccine pour indiquer qu'il y a très-probablement beaucoup de rapport entre ces deux corps. Il suffit, en effet, pour se convaincre de l'existence de ce rapport, de jeter un regard sur les deux tableaux suivants, qui portent, l'un les nombres que nous avons trouvés pour la composition de la ruficoccine, et l'autre ceux qui expriment la constitution de la coccine d'après MM. Hlasiwetz et Grabowsky.

	Ruficoccine.						Coccinine.			
C	64.10	63.58	63.78	63.93	64.47	C	64.8	64.3	64.5	65.0
H	4.51	4.05	3.66	3.76	3.67	H	4.8	4.3	4.3	4.7

Les nombres qui précèdent confirment d'autant plus l'existence de ce rapport que le carmin ne donne que 51.6 pour 100 de carbone, tandis que l'acide carminique en donne 54 pour 100.

MM. Hlasiwetz et Grabowski voudraient comparer la coccinine aux corps semblables à la quinine ou aux acides faibles à haute dose d'oxygène, comme l'acide gallique, etc. Et, en effet, la coccinine possède toutes les réactions que nous avons coutume de constater chez les hydroquinates des matières colorantes : sa solution alcaline, qui est jaune, change de couleur à l'air et devient verte, puis violette, et enfin magnifiquement pourpre ; sa solution alcoolique, qui est incolore, devient rouge par le chlorure de fer ; sa solution dans l'acide sulfurique concentré, qui est jaune, devient bleu indigo sous l'influence de la chaleur, etc. Cependant, nous n'avons pu obtenir la coccinine ni par réduction de la ruficoccine ou de la ruficarmine au moyen de l'amalgame de sodium ni par la fusion avec de la potasse. La solution alcaline incolore obtenue par la réduction de ces substances se colore, à l'air, directement en pourpre, sans passer par le vert et le violet ; de plus, la matière colorante dont elle provient se reforme beaucoup plus vite qu'avec la coccinine.

D'après ces différences et celles de ses propriétés physiques (cristallisation et solubilité), il est beaucoup plus vraisemblable que la coccinine représente la ruficoccine sans que celle-ci se condense en dérivé d'anthracène.

Nous espérons que le travail qu'on vient de lire sera de quelque utilité pour les recherches ultérieures qu'on voudra faire sur la nature de l'acide carminique et du carmin.

Nous croyons devoir ajouter en terminant, que la constatation de l'identité de l'acide nitrococcique avec l'acide trinitrocrésotique établit un certain rapport entre les matières colorantes de la cochenille et celle de l'orseille. Ensuite, il n'est pas impossible que la matière colorante de la cochenille soit un composé de l'orcine et d'un aldéhyde ou d'un acide, et

qu'elle puisse être obtenue de ces composants à la manière des matières colorantes (1) obtenues récemment par M. Bæyer.

Cependant, dans une expérience faite dans ce but sur une grande échelle, nous n'avons pas pu constater que, à l'exception de l'acide oxalique, il se produise pendant la préparation de l'acide nitrococcique un acide quelconque qui puisse être considéré comme l'un des composants dont nous venons de parler.

FABRICATION DE L'OUTREMER PAR UNE SEULE CALCINATION.

Par M. Furstenau.

(*Journal polytechnique de Dingler.*)

Le procédé qui permet d'obtenir l'outremer par une seule calcination a attiré, au plus haut degré, depuis ces dernières années, l'attention des fabricants; il ne sera donc pas inutile d'en donner ici la description, afin de le mieux faire connaître.

Lorsqu'on grille sur une lampe à alcool de l'outremer alumineux humecté par une solution étendue de résine dans du sulfure de carbone, on obtient une couleur bleue qui est l'outremer. Voilà le principe du procédé. Et le problème à résoudre, c'est d'écarter le soufre auquel est due la couleur verte de la matière brute : on y arrive par l'emploi du charbon à l'état très-divisé et par une élévation de température capable de donner lieu à la formation du sulfure de carbone. Mais pour cela il faut qu'en outre d'un excès de carbone, ou mieux de résine, il y ait aussi dans le minerai du soufre libre, c'est-à-dire que la masse qu'on veut soumettre à l'action de la chaleur contienne les éléments du pentasulfure de carbone. D'un autre côté, comme il est important que la couleur verte du minerai *ne se fritte pas;* donc, il faut la produire à une température aussi basse que possible; de là l'emploi du kaolin légèrement calciné, exempt de feldspath non décomposé, et quelquefois aussi l'addition de silice, de quartz en poudre très-fine, de terre d'infusoires, etc., suivant la dose de l'argile.

Les proportions dans lesquelles ces diverses matières sont mélangées varient entre :

100 kaolin	et	110 kaolin.
90 soude	et	95 soude.
110 soufre	et	120 soufre.
10 résine	et	15 résine.
10 charbon.		

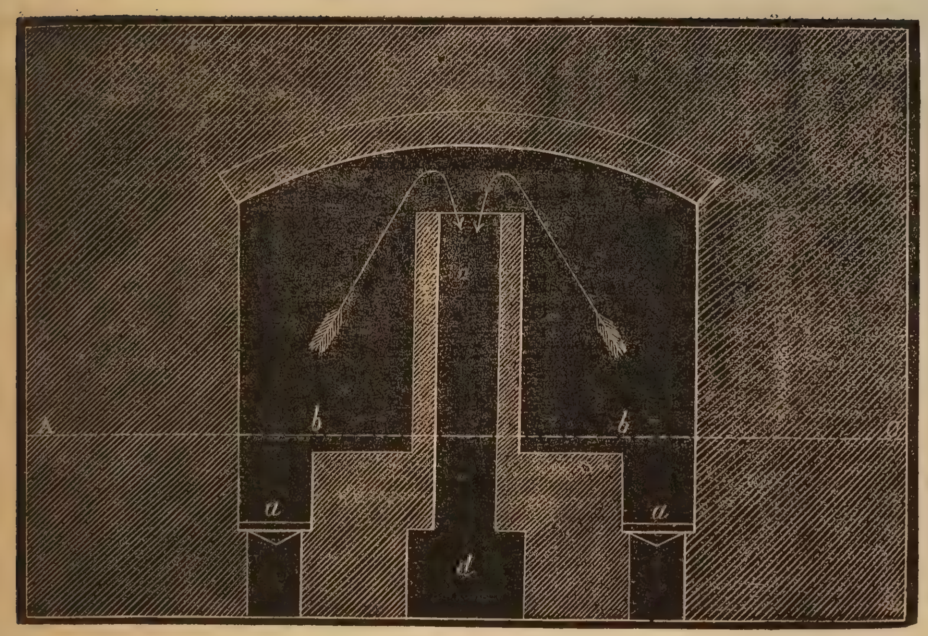
On moud d'abord le mélange de ces substances, moins le soufre et la résine, et il faut avoir soin que la poudre soit bien fine, car c'est du degré de sa finesse que dépend en grande partie le succès de la fabrication. Lorsqu'elle l'est suffisamment, on y ajoute le soufre et la résine également en poudre; on remoud le tout encore deux fois, après quoi on introduit la masse dans des pots en grès qu'on remplit doucement dudit mélange sans tasser.

Ces pots ont 26 centimètres de hauteur, 20 centimètres de diamètre à l'ouverture et 15 à la base; l'épaisseur de leurs parois est de 1 centimètre à l'orifice et de 2 à la base. Ils se ferment au moyen de couvercles qui s'enfoncent dans leur intérieur par des tambours de 1 centimètre de hauteur. Les pots ainsi remplis sont enduits d'argile contenant du sable; quand ils sont devenus secs, on ferme avec un pinceau mouillé toutes les petites crevasses qui se sont formées à leur surface et on fait sécher de nouveau, mais lentement, cette fois, afin d'éviter la formation de nouvelles fissures.

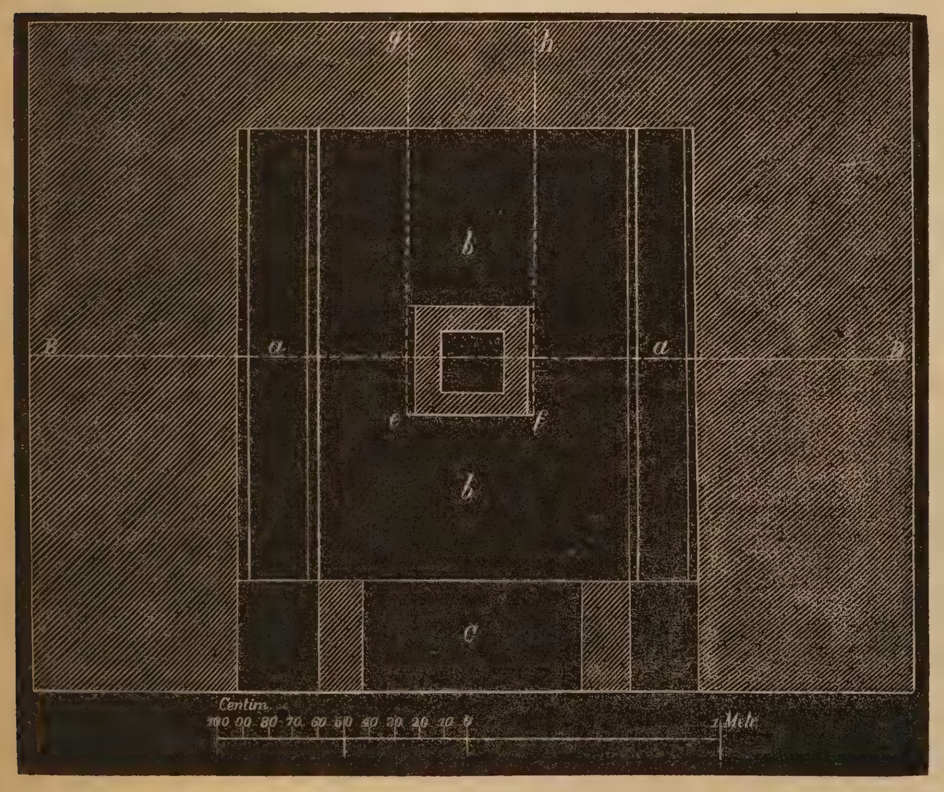
Les fours dans lesquels s'opère la calcination sont carrés, avec un foyer de chaque côté et une petite cheminée dont l'axe passe par le centre du carré.

Les tuyaux qui conduisent la fumée de chacun des foyers passent au-dessous du four avant d'arriver dans la cheminée principale. Les pots sont placés dans le four avec leurs couvercles en bas. On chauffe d'abord lentement et de telle sorte que le four n'acquière qu'après cinq ou six heures la température nécessaire (le rouge foncé) à laquelle on le main-

(1) *Comptes-rendus de la Société chimique allemande*, 1871, p. 658.



Coupe suivant *A C*.



Coupe suivant *B D*.

EXPLICATION DE LA GRAVURE QUI REPRÉSENTE LE FOUR.

a, foyers; *b*, âtres pour placer les pots; *c*, ouverture pour l'introduction des pots; *d*, et *e*, *f*, *g*, *h*, tuyaux se rendant dans la cheminée principale.
Les flèches indiquent la direction de la flamme.

tient ensuite pendant treize ou vingt heures, suivant les dimensions du four et la quantité de résine qu'on a employée pour le mélange.

Le moindre surchauffement empêche la calcination à bleu.

Les limites dans lesquelles celle-ci peut avoir lieu sont très-étroites. Cependant de bons chauffeurs en ont pu acquérir l'habitude après quelques chauffages d'essai. Après l'avoir laissé refroidir lentement, on ouvre le four et on retire les pots.

La masse qu'ils contenaient doit se trouver transformée en une couleur d'un beau bleu rougeâtre; elle doit être très-tendre, ne pas être blanche dans les couches supérieures ni incomplétement bleuie dans les couches plus profondes, et elle doit pouvoir, sans être *égalisée*, être portée dans l'eau pour se dissoudre.

Si tous les détails de cette opération ne sont pas exécutés avec la plus grande précision, et c'est presque toujours le cas, l'avantage de la fameuse calcination à bleu disparaît; cet avantage ne consiste en réalité qu'en ce qu'il épargne un changement de vases.

Ce procédé exige le même temps que la calcination à vert et l'oxydation, car la calcination à vert, dans un four de 28 quintaux de minerai, ne demande que huit heures, et l'oxydation tout au plus dix heures.

Ces deux opérations peuvent être commencées et achevées par un seul ouvrier, ce qui n'est pas possible avec le long chauffage de la calcination à bleu, qui doit être commencé par un ouvrier et terminé par un autre.

Un autre inconvénient de ce procédé, c'est que l'outremer, formé à une température aussi basse, reste plus superficiel, ce qui fait que le bleu brut devient beaucoup trop clair dans les moulins humides.

Enfin ce procédé ne permet pas d'obtenir l'outremer au sulfate de soude, ou ce qu'on appelle les outremers de Nuremberg. Les produits réussis sont d'ailleurs d'une grande beauté.

LA CORALLINE,

son emploi dans la teinture et l'impression en Allemagne.

L'emploi de la coralline pour l'impression en rouge des tissus de laine et de coton et des tapis s'est beaucoup répandu dans ces derniers temps. Les deux grandes indienneries de Berlin ont déjà appliqué cette matière colorante à des milliers de pièces du genre aujourd'hui à la mode pour rideaux, tentures, portières, etc.; les fabriques de tapis de Berlin en font également un grand usage et elle n'est pas moins employée pour l'impression de la laine. La coralline trouve donc de nombreuses applications, et il est certain que son usage s'étendra encore à mesure que l'on connaîtra mieux les substances qui peuvent lui servir de mordants.

Cette matière colorante fut préparée pour la première fois en 1864, par Th. Wurtz, à Leipzig, au moyen de l'acide phénique; elle reçut dans le commerce le nom de coralline. Wurtz employa pour la préparer :

Acide phénique	10 kilogrammes.
Acide oxalique	4 à 5 —
Acide sulfurique	3 à 6 —

On chauffe le mélange de ces acides jusqu'à ce que la matière colorante se soit formée, ce que l'on reconnaît à la couleur de la masse et à sa consistance pâteuse. Quand la réaction est terminée, on se débarrasse de l'excès d'acide par l'ébullition avec de l'eau, puis on fait sécher la masse soit à l'air, soit dans une étuve, et on peut alors la réduire en poudre. On chauffe cette poudre avec des sels ammoniacaux en solution pendant trois à quatre heures, en élevant progressivement la température jusqu'à 150° centigrades, et on obtient une solution dans laquelle les acides produisent un précipité de coralline.

On attribua d'abord à la coralline des qualités exagérées. On prétendit que le rouge de

coralline sur laine ne s'altère pas, même quand on le lave avec du savon et de l'argile, et on n'était pas moins enthousiasmé de l'application de cette matière colorante à la teinture de la soie et à l'impression. Mais cette exagération et cet enthousiasme furent bientôt suivis d'une réaction considérable, on tomba dans l'excès contraire et on fit passer cette couleur pour plus mauvaise qu'elle ne l'est réellement. Ce furent les fabricants de tapis qui revinrent les premiers à l'emploi de la coralline, et, en 1868, R. Knosp, de Stuttgart, livra au commerce une préparation de coralline pour l'impression des tapis (à 16. fr. le kil.), dont l'emploi se répandit très-rapidement et qui est encore aujourd'hui fort employée dans l'industrie des tapis. Peu à peu la teinture et l'impression se rallièrent à la cause de la coralline. Primitivement, on employait comme mordant, pour fixer la coralline, un mélange de chlorure d'étain et de sulfate de zinc ; plus tard on se servit de stannate de soude ou de ce même sel uni au sulfate de zinc ; puis du silicate de potasse et enfin de la soude caustique ; on partait toujours de cette idée qu'il fallait éloigner les acides ; cependant on n'a pas encore trouvé un mordant qui donne aux couleurs de coralline toute la stabilité désirable. Schrœder a fait connaître un procédé qui donne d'assez bons résultats pour la teinture en coralline sur soie et sur laine. On dissout la coralline dans l'alcool, puis on ajoute un peu de soude et on verse cette solution alcaline dans une grande masse d'eau. Si on ajoute alors une petite quantité d'acide tartrique, la matière colorante est mise en liberté, mais sans être précipitée, et on a ainsi un bain dans lequel la soie et la laine se teignent même à froid.

Quant à l'impression de la coralline sur soie et sur laine, la question peut être considérée comme résolue.

Pour la laine, nous renvoyons au procédé de M. Kielmeyer, qui sera décrit plus loin, et qui sert de base à une importante fabrique. Pour la soie, le procédé suivant est employé en Alsace pour les garnitures de meubles :

On dissout 2 kilogrammes de coralline dans de la soude à 10 degrés Baumé et on étend d'eau. On chauffe alors et on ajoute une solution de chlorure d'étain à 40 degrés Baumé ; on chauffe de nouveau et on filtre ; on obtient ainsi une laque pâteuse que l'on mélange avec 100 grammes de magnésie, 260 grammes d'acide oxalique, 2,000 grammes de gomme en poudre et de l'eau en quantité suffisante pour former un volume de 10 litres. On mélange bien, on fait chauffer encore une fois et on tamise ; on imprime avec ce mélange, et, au bout de dix heures, on vaporise pendant trente à quarante minutes.

Nous arrivons maintenant à l'impression de la coralline sur coton. On sait qu'il est possible de produire une sorte de ponceau de coralline sur du coton mordancé avec du sel d'étain et du sumac ou du tannin.

Pour cela on dissout la coralline dans de la soude à 12 degrés Baumé, ou dans du carbonate de soude, en employant 4 litres de solution alcaline par kilogramme de matière colorante. La solution se fait rapidement à chaud. On étend d'eau et on neutralise avec de l'acide sulfurique à 10 degrés Baumé. La matière colorante est mise en liberté et peut se déposer sur le tissu. Plus on a employé de matière colorante, plus la nuance obtenue est foncée.

Pour l'impression sur indiennes, on épaississait d'abord la coralline avec une solution de caséine : on dissolvait 100 grammes de coralline dans 400 grammes d'alcool et on ajoutait environ 2,250 grammes de solution de caséine (faite avec 100 grammes de caséine, 300 grammes d'eau et 20 grammes de sel ammoniac). Plus tard, on ajouta au mélange précédent de l'oxyde de zinc. Un autre procédé consistait à mêler intimement la solution alcoolique de coralline avec de l'oxyde de zinc et à épaissir ensuite avec de l'albumine ; le carbonate de chaux en poudre fine pouvait être substitué à l'oxyde de zinc. Aujourd'hui, on ajoute à la solution de coralline de la magnésie et de l'oxyde de zinc et on épaissit soit avec de l'albumine, soit avec de la glycérine et de l'eau gommée. On a renoncé à l'emploi de la soude caustique pour l'impression de la coralline sur coton, parce qu'on obtenait ainsi des couleurs moins stables que par les procédés que nous venons de décrire.

Impression de la coralline sur laine.

Par le docteur Kielmeyer.

La coralline, qui trouve son application dans la teinture de la laine, n'a pas encore pu être employée pour l'impression de ces mêmes fibres textiles. La raison en est que la coralline est jaunie par les acides et que, dans les procédés d'impression, elle se trouve de diverses manières amenée au contact des acides, ce qui empêche d'obtenir des teintes pures. Pour contrebalancer cette action fâcheuse des acides, le docteur Kielmeyer emploie avec succès la magnésie calcinée, aussi bien avec les solutions aqueuses qu'avec les solutions alcooliques de coralline. Il en résulte une couleur semblable au rouge d'Andrinople, qui conserve pendant des années tout son éclat et toute sa vivacité. Ce rouge est d'environ 30 pour 100 moins cher que le rouge à la cochenille et a sur ce dernier l'avantage qu'il ne vire pas au bleu quand on le lave avec de l'eau contenant beaucoup de carbonate de chaux ; l'emploi de cette couleur n'est restreint que parce qu'on ne peut l'employer à l'impression des détails des genres cachemire, où elle se trouverait entourée de couleurs fortement acides, qui rendraient inutile l'action de la magnésie. Elle peut sans danger être employée pour l'impression de parties étendues et son prix lui donne, dans ce cas, l'avantage sur la cochenille.

Voici comment on prépare la couleur :

On dissout à chaud 80 grammes de coralline et $^1/_{16}$ de litre de glycérine dans $^1/_4$ de litre d'eau; on ajoute 140 grammes de magnésie délayée dans $^1/_4$ de litre d'eau et on épaissit avec $^3/_4$ de litre d'eau gommée à 50 pour 100, puis on imprime, vaporise, lave, etc., par les procédés ordinaires.

On peut aussi, à l'aide de la magnésie, imprimer sur coton en épaississant avec de l'amidon et de l'albumine d'œufs. Il faut ici remarquer que la couleur doit être appliquée quand elle vient d'être préparée, parce qu'avec le temps il se forme une combinaison insoluble de magnésie et d'albumine, ce qui rend la masse dure et cassante.

BEURRE ARTIFICIEL.

Par M. Mège-Mouriez.

Dans la séance du 26 avril de la Société d'encouragement, M. Troost a donné communication à la Société d'un produit que M. Mège-Mouriez a mis dans le commerce, et qui peut être très-utile dans les approvisionnements des navires et dans les cas où on veut avoir à bon marché une matière grasse propre aux usages domestiques et peu altérable.

M. Mouriez, dit M. Troost, pendant le siége de Paris, en se reportant aux travaux de M. Chevreul sur les corps gras, a cherché à en faire une application pratique pour la fabrication d'une matière grasse comestible avec de la graisse de bœuf, mais exempte de l'odeur spéciale qui empêche que cette graisse puisse être employée à tous les usages dans la cuisine : ces expériences l'ont conduit au résultat utile auquel il est parvenu.

Il prend la graisse du bœuf fraîche et la divise en menus fragments en la faisant passer entre des cylindres garnis de pointes ; il en met 1,000 kilogrammes dans une cuve avec 300 kilogrammes d'eau aiguisée par 1 kilogramme de carbonate de soude et avec un estomac de mouton ; puis il maintient, pendant une heure ou deux, ce mélange à une température de 40 à 45 degrés, en le brassant continuellement. Dans cette opération, une digestion artificielle des membranes qui enveloppent la graisse pure s'opère ; la dissolution et la fusion sont complètes, et la graisse, dépouillée de tout corps étranger, surnage à la surface. Il est très-important de ne pas dépasser la température de 45 degrés, pour empêcher le développement d'une odeur de suif qu'il est essentiel d'éviter. Lorsque cette opération est terminée, on fait écouler la graisse, qui forme une couche superficielle, dans une cuve maintenue à la

même température de 40 degrés ; de là elle est versée dans des cristallisoirs, qui en contiennent 25 kilogrammes chacun, et où elle se fige à la température de 25 degrés.

Les pains ainsi obtenus se composent d'un mélange d'oléine, de margarine et de stéarine. On les divise en petits gâteaux, qu'on soumet, dans des sacs en toile, à l'action d'une puissante presse hydraulique ; la stéarine reste dans les sacs, et on recueille environ 50 à 55 pour 100 d'oléo margarine. Enfin on soumet cette substance à l'action de cylindres, qui la malaxent et en font une pâte homogène, et on a ainsi un produit utile et propre aux usages domestiques.

Cette graisse n'a pas d'odeur, elle a une consistance butyreuse ; elle se conserve sans altération pendant de longs mois, et elle est propre à tous les usages culinaires, à l'approvisionnement des navires, etc.

M. Mège a pensé qu'il était possible d'obtenir un produit analogue au beurre, et qui en rappelât les principales propriétés ; quelques essais faits dans ce sens sur une émulsion d'oléo-margarine avec du lait ont confirmé cette prévision. Mais il n'y a rien encore sur ce sujet qui soit assez précis pour qu'on puisse faire autre chose que donner l'indication du but qu'il serait possible d'atteindre.

Ces faits ont une importance assez grande pour qu'on ait cru devoir en entretenir la Société ; ils montrent l'existence d'une substance spéciale, facile à obtenir, qui peut être employée à des usages lui donnant une valeur plus grande que celle que la graisse de bœuf a ordinairement. C'est donc, en réalité, une augmentation de valeur, c'est à dire d'utilité, qui est donnée à une matière abondante, et cette circonstance paraît digne d'attirer l'attention de la Société.

Extrait d'un rapport fait au Conseil de salubrité de la Seine sur le produit présenté sous le nom de BEURRE ARTIFICIEL, par M. Mège-Mouriez.

Par M. Félix Boudet.

Il y a plusieurs années, à l'époque ou M. Mège-Mouriez chargé par le gouvernement d'étudier quelques questions d'économie domestique, s'occupait de la fabrication normale du pain, il fut invité à faire des recherches dans le but d'obtenir pour l'usage de la marine et des classes peu aisées un produit propre à remplacer le beurre ordinaire, à un prix moins élevé, et capable de se conserver sans contracter le goût âcre et l'odeur forte que le beurre prend en peu de temps.

M. Mège entreprit dans ce but les expériences suivantes à la ferme de Vincennes.

Il mit plusieurs vaches laitières à une diète complète ; ces vaches éprouvèrent bientôt une diminution de poids et fournirent une proportion décroissante de lait, mais ce lait contenait toujours du beurre.

D'où pouvait provenir ce beurre? M. Mège n'hésita pas à penser qu'il était produit par la graisse de l'animal, qui, étant résorbée et entraînée dans la circulation, se dépouillait de sa stéarine par la combustion respiratoire, et fournissait son oléo-margarine aux mamelles où, sous l'influence de la pepsine mammaire, elle était transformée en oléo-margarine butyreuse, c'est-à-dire en beure.

Guidé par cette observation, M. Mège s'appliqua immédiatement à copier l'opération naturelle en employant de la graisse de vache d'abord, puis de la graisse de bœuf, et il ne tarda pas à obtenir, par un procédé aussi simple qu'ingénieux, une graisse fusible à peu près à la même température que le beurre, d'une saveur douce et agréable, puis à transformer cette même graisse en beurre par un procédé semblable à celui de la nature.

Partant de ce principe que les graisses s'altèrent en présence des matières animales, et avec une rapidité d'autant plus grande qu'elles se trouvent en contact plus prolongé avec elles et que la température est plus élevée, il s'est attaché d'abord à réaliser la fonte de la graisse de bœuf brute à la température de 45 à 50 degrés seulement, et il s'est procuré ainsi un produit sans saveur et sans odeur étrangères, qui lui a offert une base excellente pour la préparation du beurre. Voici comment il opère :

De la graisse de bœufs abattus le jour même, et de la meilleure qualité, est broyée entre

deux cylindres à dents coniques qui l'écrasent, et déchirent les membranes dont elle est enveloppée. Après avoir subi ce broyage elle tombe dans une cuve profonde, chauffée à la vapeur et dans laquelle on a versé pour 1,000 kilogrammes de graisse brute, eau 300 kilogrammes, carbonate de potasse 1 kilogramme, plus deux estomacs de mouton ou de porc coupés en fragments. La température du mélange est alors portée à 45 degrés centigrades et la masse est remuée exactement. Au bout de deux heures la graisse, dégagée, sous l'influence de la pepsine des deux estomacs, des membranes qui l'enveloppaient, se trouve entièrement fondue et réunie à la partie supérieure de la cuve; elle est alors, au moyen d'un tube mobile surmonté d'une pomme d'arrosoir, décantée dans une seconde cuve chauffée au bain-marie à 30 ou 40 degrés où elle est additionnée de 2 pour 100 de sel marin pour en favoriser la dépuration. Deux heures suffisent pour que cette graisse dégagée des fragments de matière animale qui ont échappé à l'action dissolvante de la pepsine, et de l'eau qu'elle retenait encore, et devenue claire, offre une belle couleur jaune, une odeur franche analogue à celle du beurre récemment barattée, et puisse être écoulée dans des cristallisoirs en fer-blanc d'une capacité de 25 à 30 litres.

Dès qu'ils sont remplis, ces cristallisoirs sont déposés dans une pièce entretenue à 20 ou 25 degrés où ils se refroidissent lentement. Le lendemain, la graisse ayant acquis une consistance demi-solide présente un aspect grenu et comme cristallisé qui la rend très-propre à subir l'action de la presse, elle est alors coupée en gâteaux, empaquetée dans des toiles et mise à la presse hydraulique.

Sous l'influence d'une pression ménagée, dans un atelier maintenu à la température de 25 degrés environ, cette graisse se partage en deux parties à peu près égales : l'une, qui représente 40 à 50 pour 100 de la matière, est de la stéarine fusible entre 40 et 50 degrés, qui reste dans les toiles; l'autre est de l'oléo-margarine liquide, en proportion équivalente aux 5 ou 6 dixièmes de la graisse sur laquelle on a opéré.

La stéarine trouve son emploi dans les fabriques de bougies où elle peut servir à faire des bougies de stéarine, ou des bougies d'acide stéarique.

Quant à l'oléo-margarine, lorsqu'elle s'est figée par le refroidissement elle présente un aspect grenu, une couleur légèrement jaune et une saveur agréable qui ne rappelle ni celle du suif ni celle de la graisse; elle fond d'ailleurs parfaitement dans la bouche comme le beurre, tandis que la graisse de bœuf s'y partage en oléo-margarine qui fond et en stéarine qui s'attache plus ou moins au palais.

L'oléo-margarine ainsi obtenue, passée aux cylindres sous une pluie d'eau pour être lavée et recevoir une consistance homogène, constitue la graisse de ménage ou graisse de conserve, destinée à remplacer avec avantage et économie les graisses diverses et même le beurre dans la cuisine ordinaire; particulièrement précieuse pour la marine en raison de la facilité avec laquelle elle se conserve très-longtemps sans se rancir, elle se vend actuellement à Paris sous le nom de margarine à raison de 80 centimes à 1 franc le demi-kilogramme et elle est déjà très-recherchée.

C'est avec l'oléo-margarine que M. Mège fabrique son beurre économique en opérant de la manière suivante :

Ayant observé que les glandes mammaires de la vache qui sécrètent le lait contiennent une substance particulière, une espèce de pepsine douée de la propriété d'émulsionner les graisses avec l'eau, il a mis à profit cette observation pour transformer l'oléo-margarine en crème, et ensuite cette crème en beurre.

Il introduit dans une baratte 50 kilogrammes d'oléo-margarine fondue, 25 litres environ de lait de vache qui représentent moins d'un kilogramme de beurre, et 25 kilogrammes d'eau contenant les parties solubles de 100 grammes de mamelle de vache très-divisées et maintenues pendant quelque temps en macération ; il ajoute une petite quantité de rocou pour donner de la couleur. La baratte est alors mise en mouvement, et au bout d'un quart d'heure l'eau et la graisse se trouvent émulsionnées et transformées en une crème épaisse, analogue à celle du lait ; en continuant le mouvement de la baratte, on voit la crème se transformer à son tour en beurre au bout d'un temps plus ou moins long, suivant les conditions de l'opération ; deux heures suffisent en général.

Le barattage terminé, on verse de l'eau froide dans la baratte et le beurre se sépare retenant, comme le beurre ordinaire, du lait de beurre qu'il faut en dégager. Le produit est porté alors dans un appareil composé d'un malaxeur et de deux cylindres broyeurs placés sous une chute d'eau en pluie, et là il est travaillé de manière à se transformer en beurre bien lavé, d'une pâte fine et homogène.

Ce beurre lavé avec de l'eau, à la température ordinaire, contient, d'après mes expériences exécutées avec M. Lhôte, au laboratoire de M. Péligot, 12.56 pour 100 d'eau, et dissous dans l'éther laisse un résidu du poids de 1gr.20 pour 100 grammes à l'état sec ; sur deux échantillons, l'un est solidifié (1) à 22 degrés, l'autre à 17 degrés, tandis que la graisse de bœuf se solidifiait entre 32 et 33 degrés.

Pour du beurre fin du commerce de Paris, j'ai trouvé 19 degrés comme point de solidification ; d'autre part, j'ai trouvé 22°.2 pour du beurre d'Isigny, première qualité, et 22 degrés pour du beurre ordinaire du Calvados. D'après les expériences de M. Boussingault, dans les beurres bien préparés, bien lavés et bien essuyés, la proportion d'eau est de 13 à 14 pour 100 ; elle s'élève jusqu'à 18 et même jusqu'à 20 et 24 pour 100 dans les beurres des marchés, de qualités ordinaires et inférieures. J'ai trouvé 11.94 pour 100 dans le beurre d'Isigny, et 13.28 dans le beurre ordinaire du Calvados.

Quant aux matières caséeuses insolubles dans l'éther, le beurre d'Isigny, première qualité, m'a fourni 3gr.13 pour 100 de substance sèche, tandis que je n'ai obtenu que 1gr.20 pour 100 de résidu sec avec le beurre de M. Mège.

Ce beurre artificiel présente donc cet avantage qu'il contient beaucoup moins d'eau et de matières animales propres à le faire rancir que les beurres ordinaires du commerce, et qu'ainsi, sous un même poids, il fournit plus de beurre réel. Ces deux circonstances contribuent sans doute à sa conservation, qui est plus longue que celle du beurre ordinaire, et à l'empêcher de prendre l'odeur et l'âcreté qui se développent bientôt dans celui-ci.

Pendant les grandes chaleurs, alors que l'on peut à peine conserver le beurre sans qu'il fonde, il est facile de donner au beurre artificiel une consistance plus ou moins solide en préparant une oléo-margarine plus ou moins exempte de stéarine.

D'autre part, M. Mège a observé qu'en lavant son beurre avec de l'eau à 5 ou 6 degrés de température seulement, il pouvait y laisser moins d'eau et obtenir un produit capable de se conserver très-longtemps. Un échantillon de beurre ainsi préparé et que M. Mège désigne sous le nom de beurre sans eau, emporté de Paris à Vienne, en Autriche, le 29 octobre 1871, vient d'être renvoyé à la date du 5 avril courant et se trouve encore après cinq mois en assez bon état de conservation.

Pour apprécier avec exactitude la valeur des produits de M. Mège au point de vue de l'économie domestique et de l'hygiène, j'ai prié plusieurs de mes collègues de faire l'essai de l'oléo-margarine et du beurre artificiel; j'ai soumis ce produit au jugement de plusieurs éleveurs et marchands de beurre de la vallée d'Auge, je l'ai fait employer moi-même dans mon ménage, et tous nous avons été d'avis que l'oléo-margarine constituait une graisse excellente pour la cuisine, et que si le beurre artificiel n'avait pas, pour être mangé sur le pain ou employé pour les préparations culinaires les plus délicates, le goût fin et aromatique du beurre de Normandie, il offrait pour les autres usages les qualités du beurre ordinaire.

Les expériences dont j'ai été témoin dans les usines de M. Mège, celles que j'ai faites moi-même ou qui ont été faites à mon instigation sur les produits nouveaux qu'il a présentés, m'autorisent à penser qu'il a réalisé une heureuse application de ses connaissances et de son esprit inventif à l'exploitation de la graisse de bœuf, et qu'il a fourni à la consommation deux produits nouveaux d'une valeur importante.

Le premier, dit graisse de ménage ou oléo-margarine, offre une ressource précieuse pour la cuisine, surtout pour celle des équipages de la marine, pendant les voyages de long cours, en raison de sa bonne qualité et de son aptitude à une longue et bonne conservation.

(1) J'entends par point de solidification le degré thermométrique observé au moment où l'instrument, plongé dans le beurre liquide, cesse un instant de baisser, en même temps que le beurre commence à se solidifier, et remonte bientôt sous l'influence de la chaleur dégagée par la solidification.

Le second, doué de propriétés qui permettent de le comparer au beurre au point de vue chimique aussi bien qu'au point de vue de ses usages, peut prendre la place de celui-ci dans beaucoup de circonstances, et eu égard au prix peu élevé auquel il peut revenir au fabricant, il est appelé à faire au beurre de lait une concurrence qui en abaissera nécessairement le prix au profit des consommateurs, qui en rendra la consommation moins considérable et permettra aux éleveurs de consacrer à l'élevage des veaux une plus grande quantité de lait, au grand avantage de leur industrie.

Pour ce qui concerne la salubrité, il est évident que l'origine et la préparation des deux produits présentés par M. Mège n'offrent aucune circonstance qui puisse en faire suspecter l'emploi.

Il n'y a en conséquence aucun motif pour s'opposer à la vente de ces produits, à la condition toutefois que celui que M. Mège-Mouriez assimile au beurre n'étant pas réellement beurre dans l'acception habituelle et sincère du mot, il ne pourra pas être vendu sous le nom de beurre, mais sous une désignation particulière qui permettra de le distinguer du beurre proprement dit ou vrai beurre de lait.

RECHERCHES SUR LA FERMENTATION ALCOOLIQUE.

Par M. Dumas.

L'Académie a suivi avec intérêt la discussion qui s'est élevée naguère dans son sein au sujet des fermentations et des ferments. Je n'ai donc pas besoin de m'excuser vis-à-vis d'elle, si je viens l'entretenir aujourd'hui d'un sujet dont elle a marqué elle-même l'importance; mais je la prie d'accueillir avec indulgence les tentatives auxquelles je me suis livré, dans cette matière pleine de difficultés, pour amener sur le terrain de l'expérience des questions laissées jusqu'ici dans le domaine de l'hypothèse.

Il y a deux classes de ferments : les uns, dont la levûre de bière représente le type, se perpétuent et se renouvellent quand le liquide où s'opère la fermentation leur offre l'aliment dont ils ont besoin; les autres, qui ont pour type la diastase, se détruisent toujours quand ils exercent leur action. Je me suis renfermé d'abord dans l'étude d'un phénomène unique, l'action de la levûre de bière haute, sur la dissolution de sucre candi pur, à la température de 20 ou 25 degrés.

Quatre explications ont été proposées pour en rendre compte :

1° La théorie physiologique qui en fait une conséquence de la vie des cellules de levûre de bière et un résultat du fonctionnement de cet organisme;

2° La théorie qui, localisant le pouvoir destructeur du sucre, l'attribue au liquide que contiennent les cellules de levûre et qu'elles laisseraient exsuder dans la liqueur sucrée;

3° La théorie de Berzélius, qui voit dans la fermentation une des applications de la force catalytique, c'est-à-dire une action de contact;

4° La théorie de M. Liebig, qui la considère comme une décomposition chimique produite par influence, au moment où le ferment tombe en pourriture.

Notre illustre doyen, M. Chevreul, rappelait naguère à l'Académie que les anciens chimistes avaient comparé souvent les phénomènes de la germination et de la multiplication des plantes avec ceux de la fermentation et de la multiplication des ferments. Si les alchimistes ont abusé quelquefois de ces analogies, il est vrai de dire, cependant, qu'entre les semences des plantes et les ferments il existe des points de contact manifestes, qui ne leur avaient point échappé.

Comment cette doctrine, qui trouvait sa confirmation si précise dans les observations de Cagniard-Latour et de Turpin et plus tard dans les travaux approfondis de M. Pasteur, a-t-elle été délaissée par deux savants illustres : Berzélius et M. Liebig?

Je serais conduit trop loin si je voulais rendre compte des circonstances qui expliquent cette préférence. Je me borne à examiner : 1° si une action chimique quelconque s'accom-

plissant au milieu d'un liquide sucré peut ébranler la molécule du sucre et la convertir en alcool et acide carbonique; 2° si une portion de sucre en pleine fermentation peut transmettre à une autre portion de sucre le mouvement dont elle est animée; 3° si, pendant que la fermentation s'accomplit, d'autres actions chimiques peuvent se produire sous son influence et par entraînement.

Le mouvement de fermentation peut-il se produire à distance? L'ébranlement admis par M. Liebig comme cause de la fermentation a toujours lieu quand le sucre se décompose; il pourrait donc se communiquer à distance, comme les expériences de M. Abel et celles de MM. Champion et Pellet le prouvent pour les corps détonants, et le sucre appartient à cette classe de corps, car il se décompose en dégageant de la chaleur, au lieu d'en absorber; cet ébranlement peut choisir ceux qu'il provoquera et être déterminé lui-même par d'autres ébranlements par lesquels il serait choisi.

La première question qui se présente est donc celle-ci : La fermentation du sucre est-elle le résultat d'un mouvement susceptible de se transmettre à distance?

J'ai essayé de la résoudre, d'abord au moyen d'un tube en U, à deux larges branches, réunies par un tube capillaire formant la courbure.

Dans l'une des branches, j'ai placé du sucre en solution dans l'eau avec de la levûre de bière fraîche; dans l'autre, une solution de sucre pur. La courbure a été remplie par un liquide, à travers lequel se seraient transmises, si elles en eussent été susceptibles, ces vibrations excitées par la levûre en décomposition, auxquelles M. Liebig attribue la fermentation alcoolique.

La courbure capillaire étant occupée par des dissolutions de glucose ou de sucre candi, par de la glycérine, du chlorure de carbone, du chloroforme, du sulfure de carbone ou bien par des dissolutions concentrées de chlorure de calcium, de sulfate de soude, de nitrate de potasse, d'acétate de potasse, de carbonate de soude, de potasse caustique, il a été impossible de découvrir la moindre apparence d'action, transmise du liquide sucré en fermentation, au liquide sucré privé de levûre et ne fermentant pas.

Au bout de deux ou trois jours la fermentation, après avoir manifesté la plus grande activité, étant achevée ou très-ralentie, dans l'un des tubes, on a constamment trouvé que la liqueur sucrée du tube opposé n'offrait aucun signe de fermentation et était même entièrement exempte de sucre interverti.

Si, au lieu d'employer des solutions aqueuses ou des liquides organiques, on place du mercure dans la courbure capillaire, le résultat est le même. La fermentation s'établit et se termine dans la branche qui contient la levûre; elle ne se manifeste pas dans celle qui ne contient que du sucre, et ce sucre ne s'intervertit pas.

Aucun liquide ne peut donc servir de véhicule à ces mouvements nés autour d'un ferment en action, et qui pourraient déterminer à distance l'ébranlement et la décomposition du sucre, s'ils étaient transmis.

A la vérité, les colonnes capillaires des liquides employés comme intermédiaires ont toujours une longueur sensible. Peut-être en serait-il autrement si l'on pouvait interposer entre le liquide en fermentation et le liquide sucré pur un obstacle d'une grande ténuité.

J'ai cherché à résoudre cette question au moyen d'une membrane de collodion aussi mince qu'une pelure d'oignon, placée comme diaphragme entre deux tubes abouchés et serrés l'un contre l'autre par un appareil à vis.

A. Dans l'un des tubes j'ai mis de l'eau de levûre, et dans l'autre du sucre pur dissous dans l'eau bouillie et refroidie hors du contact de l'air. Au bout de vingt-quatre heures, le sucre n'offrait aucun indice d'interversion. La même solution sucrée et la même eau de levûre ayant été mêlées offraient, au contraire, les indications de la présence d'une quantité considérable de sucre interverti.

B. Dans une deuxième expérience, j'ai mis dans l'un des tubes du sucre candi en solution dans l'eau, tandis que je plaçais dans l'autre de la levûre de bière délayée dans l'eau. Au bout de vingt-quatre heures, on n'a pu reconnaître, dans le premier, ni indice de fermentation ni trace de sucre interverti.

C. Dans une troisième série d'épreuves, l'un des tubes ayant reçu la solution de sucre pur,

on plaçait dans l'autre la même solution sucrée avec addition de levûre en quantités variables, de manière à terminer la fermentation, tantôt en quatre ou cinq jours, tantôt en deux ou trois jours. Le tube qui n'avait reçu que de l'eau sucrée sans levûre n'a jamais offert signe de fermentation ou d'interversion du sucre, quoique l'acide carbonique produit d'un côté ait passé souvent par endosmose du côté opposé.

Ainsi, une membrane de collodion, dont l'épaisseur n'atteint pas $\frac{1}{10}$ de millimètre : 1° arrête l'action de l'eau de levûre sur le sucre de canne et le préserve d'interversion ; 2° elle arrête l'action de la levûre elle-même sur le sucre ; 3° elle préserve le sucre pur de l'action d'un mélange de levûre et de sucre en pleine fermentation.

Enfin, dans la partie inférieure d'un tube, j'ai mis 0gr.010 de levûre délayée dans 20 centimètres cubes de dissolution sucrée au $\frac{1}{5}$, sur laquelle on a fait couler doucement, pour éviter le mélange, 20 centimètres cubes de dissolution sucrée au $\frac{1}{100}$; après vingt-quatre heures, la colonne supérieure était restée limpide ; le sucre n'y offrait ni trace d'interversion ni signe de fermentation. Dans la colonne inférieure, le sucre était interverti et la fermentation suivait son cours habituel.

Ainsi, qu'on interpose entre l'eau sucrée et la levûre prête à agir ou en pleine activité une tranche de liquide contenu dans un tube capillaire, une membrane imperméable formée de collodion, ou même qu'on se borne à superposer les deux liquides, le résultat est le même. Le sucre reste intact : il ne fermente pas ; il n'éprouve même pas cette interversion, qui est la préparation préliminaire à toute fermentation alcoolique du sucre de canne.

Il est donc permis de dire qu'on ne connaît jusqu'ici aucun fait qui vienne à l'appui de l'opinion qui attribue la fermentation à des mouvements partant d'un corps en décomposition et transmis au sucre. Au contraire, l'expérience semble prouver qu'à travers les colonnes liquides les plus courtes, les membranes les plus minces, ou même sans intermédiaire, les liqueurs sucrées n'éprouvent aucune influence de la part du ferment, et qu'il faut le contact immédiat et direct.

La fermentation peut-elle être provoquée par une action chimique, ou peut-elle provoquer cette action ? — J'ai essayé de bien des manières de provoquer en présence du sucre une action chimique, dans l'espoir d'entraîner sa transformation en alcool et en acide carbonique, par le seul fait de cette action. Je ne fatiguerai pas l'Académie du récit de ces tentatives, qui ont toutes échoué.

Mais Berzélius ayant admis que la destruction du sucre est due à un phénomène de contact, il m'a semblé naturel d'essayer de la déterminer, au moyen d'un autre phénomène également attribué au contact.

C'est dans ce but que j'ai cherché à résoudre les questions suivantes : L'eau oxygénée exerce-t-elle une action sensible sur le sucre de canne? Sa décomposition, excitée par un agent sans influence sur le sucre, peut-elle entraîner un mouvement dans les molécules de ce corps et produire sa destruction ?

L'expérience a été faite avec soin sur de l'eau oxygénée neutre, contenant 20 ou 25 volumes de gaz oxygène, à laquelle on a ajouté une dissolution de sucre candi pur. Après quatre jours de contact, on n'a reconnu aucun signe d'interversion dans le sucre employé. L'eau oxygénée n'agit donc pas sur le sucre.

Une autre portion de cette eau oxygénée ayant été mêlée avec une dissolution de sucre pur, on fit tomber dans le mélange du bioxyde de manganèse naturel en poudre fine. Le dégagement de gaz oxygène fut prompt, comme à l'ordinaire. La liqueur essayée, pendant que le dégagement s'effectuait avec énergie, et reprise quatre jours après, lorsque depuis longtemps il avait cessé, ne présenta pas la plus faible trace de sucre interverti.

Les mêmes expériences effectuées avec le glucose ont fait voir qu'une solution de ce sucre peut être mêlée à l'eau oxygénée neutre, sans qu'il en résulte aucun phénomène apparent. Si l'on ajoute du bioxyde de manganèse au mélange, on obtient un vif dégagement d'oxygène, sans trace d'acide carbonique. La destruction de l'eau oxygénée n'occasionne donc

pas, non plus, dans le glucose cet ébranlement moléculaire qui est le signe de la fermentation.

Dans ces dernières années, Schœnbein a signalé la formation de l'ozone et celle de l'eau oxygénée comme des événements qui coïncident souvent avec les phénomènes de combustion lente, auxquels les substances organiques donnent lieu, et que M. Liebig classe parmi les fermentations.

Il était donc naturel de rechercher si, pendant l'acte de la fermentation, il se forme de l'ozone ou de l'eau oxygénée.

Je m'en suis assuré ; l'oxygène n'exerce aucune action sur la levûre avant la fermentation, ni pour la retarder, ni pour l'accélérer. Son action serait-elle nulle de même pendant la fermentation? Il fallait le constater. En conséquence, j'ai dirigé un courant lent de gaz oxygène à travers un flacon renfermant le sucre, la levûre et l'eau, en pleine fermentation. Il n'en a pas sensiblement modifié la marche. L'oxygène d'ailleurs n'a pas offert trace d'ozone, et le liquide fermenté, ni dans ce cas ni dans aucun autre, ne m'a offert le moindre signe de la présence de l'eau oxygénée.

Il ne se passe donc rien dans la fermentation de ce qui caractérise les combustions lentes ou même ces mouvements électriques, agissant par effluves phosphorescentes, sur lesquelles M. Houzeau et M. Arnould Thenard viennent d'appeler l'attention des physiciens.

La fermentation peut-elle être réglée? — Avant d'aller plus loin, et abstraction faite pour le moment du côté physiologique de la question, examinons si la fermentation alcoolique est susceptible d'être étudiée comme un phénomène régulier qui, soumis à des perturbations déterminées, serait capable d'en traduire les résultats avec précision. Il m'a semblé qu'étant placée sous la dépendance de millions d'organismes microscopiques, la fermentation alcoolique devait obéir à la loi des grands nombres et présenter des moyennes parfaitement semblables, dans des circonstances semblables d'ailleurs. Cette prévision s'est vérifiée.

A. J'ai délayé, dans 800 centimètres cubes d'eau, 160 grammes de levûre, et, d'autre part, j'ai dissous, dans 80 centimètres cubes d'eau, 4 grammes de glucose.

Le premier liquide étant divisé en quatre parties égales, j'ai versé dans les vases qui les contenaient la moitié de la dissolution glucosique, en suivant l'ordre des n° 1, 2, 3, 4, et l'autre moitié en revenant suivant l'ordre inverse 4, 3, 2, 1. Le point de départ de la fermentation s'est ainsi trouvé le même pour tous les vases. Du reste, il avait suffi de 2 minutes pour répartir le glucose entre eux.

Les essais faits alternativement dans les divers vases, on a reconnu qu'il y restait encore des traces de glucose au bout de 14 minutes, et qu'après 16 minutes, on n'en trouvait plus dans aucun d'eux.

Dans les conditions où l'on se trouvait placé, 40 grammes de levûre avaient donc fait disparaître 1 gramme de glucose en 16 minutes au plus.

B. L'expérience répétée sur le sucre candi a donné des résultats semblables quant à la régularité, quoiqu'ils aient été différents quant à la durée. La fermentation a marché avec une telle précision, qu'il restait encore du sucre appréciable après 32 minutes dans les quatre vases, et que le sucre candi avait disparu à la trente-quatrième minute dans tous les appareils.

Ainsi, la destruction d'un gramme de sucre de canne par 40 grammes de levûre de bière avait duré 34 minutes au plus.

La levûre mise en usage dans ces deux expériences étant la même, et les conditions de température et de pression étant identiques, on peut conclure, puisque le glucose disparaît en 16 minutes et que le sucre candi en exige 34, que, lorsqu'il s'agit des premières proportions de sucre soumises à la fermentation, il faut à la levûre autant de temps pour intervertir le sucre de canne que pour le convertir ensuite en alcool et en acide carbonique.

C. Si l'on délaye de la levûre de bière dans l'eau et qu'on ajoute à des portions semblables d'un liquide contenant, par exemple, 150 centimètres cubes d'eau et 10 grammes de levûre, des quantités de sucre représentées par 0gr.5 — 1 gramme — 2 grammes — 4 grammes, on trouve que le temps nécessaire à la destruction du sucre est exactement proportionnel à sa quantité.

En prenant pour axe des abscisses les quantités de sucre et pour axe des ordonnées le nombre de minutes nécessaires pour la disparition du sucre, la durée de la fermentation se représente exactement par une ligne droite dans toutes les expériences que j'ai exécutées; en effet :

					Rapports.
5 grammes de sucre ont exigé			....	430 minutes.	4
2 —	—	—	....	215 —	2
1 —	—	—	....	108 —	1
0.5 —	—	—	....	55 —	0.5

Ainsi, dans des circonstances identiques, la durée de la fermentation est proportionnelle à la quantité de sucre, la levûre étant en excès, bien entendu.

La régularité de ces phénomènes me permettra de déterminer par l'expérience la quantité de chaleur rendue libre par 1 gramme de sucre qui fermente. Elle étonne moins, lorsque l'on se rend compte de la multitude de corpuscules qui, intervenant dans leur production, doivent déterminer une moyenne générale uniforme, quelques différences individuelles qu'on puisse supposer entre eux.

En effet, si l'on prend la levûre de bière telle que je l'emploie, c'est-à dire essorée sur des doubles de papier buvard, jusqu'à ce qu'elle y ait pris une consistance ferme et qu'elle contienne environ 20 pour 100 de matière sèche, on peut facilement apprécier le nombre des cellules qu'un espace donné de cette matière renferme.

Avec un grossissement de 550 diamètres, on trouve que le nombre des cellules varie de 60 à 77 par millimètre carré apparent; c'est-à-dire 19,800 cellules pour le millimètre carré réel et 2,772,000 par millimètre cube effectif.

La densité de la levûre, à cet état de pâte un peu ferme, diffère peu de celle de l'eau; elle est égale à 1,036; on peut donc compter 10 grammes comme équivalents à 10 centimètres cubes et réciproquement.

Dans l'expérience qui précède, j'avais délayé 10 grammes ou 10 centimètres cubes de levûre essorée dans 150 centimètres cubes d'eau, j'avais donc réellement employé 27 milliards 772 millions de cellules.

On pourrait dire que 20 ou 30 milliards de cellules ont détruit par minute 1 centigramme de sucre et produit 5 milligrammes d'alcool environ.

Si, au lieu d'agir sur le sucre seulement, la levûre eût été en présence d'une matière animale, les résultats eussent été différents. Mais, dans les conditions énoncées, on pourrait dire que la force des cellules est telle que, pour décomposer 1 gramme de sucre en une heure, il faut 400 milliards de cellules, et qu'en les supposant toutes en action, ce qui n'est pourtant pas vraisemblable, la force moyenne de 100 milliards de cellules, pris pour unité, représenterait un quart de gramme de sucre, décomposé à l'heure.

Si l'on essayait d'exprimer en chiffres le nombre de cellules de levûre ou de leurs analogues, qui travaillent chaque jour pour fabriquer notre pain ou chaque année pour produire le vin, la bière et le cidre que nous consommons, on ferait reculer même les astronomes. Soit qu'on plonge le regard sur ces infiniment petits, soit qu'on l'élève vers les distances infinies de l'espace, on reconnaît également l'impuissance de l'homme à se représenter des nombres aussi éloignés des grandeurs à sa portée.

J'aborde maintenant les expériences relatives à l'influence que l'addition de substances convenablement choisies peut exercer sur le phénomène de la fermentation alcoolique et sur l'état de la levûre.

Influence des gaz sur la fermentation. — On sait que la levûre peut supporter, sans perdre son pouvoir, le contact de l'acide carbonique et celui de l'air; en est-il de même des autres gaz?

J'ai placé de la levûre de bière en bouillie épaisse dans des flacons pleins d'oxygène, d'hydrogène, d'azote, d'oxyde de carbone, de protoxyde d'azote, d'hydrogène protocarboné. Au bout de trois jours, j'ai mis sur le mercure ces diverses levûres en contact avec une solution de sucre. La fermentation s'est établie comme à l'ordinaire et a suivi la même marche que celle qui était excitée par de la levûre exposée au contact de l'air.

L'examen microscopique de ces levûres, après un séjour dans ces divers gaz, n'indiquait pas d'ailleurs qu'elles eussent subi de modification. Comparées à la levûre du témoin, elles n'ont rien présenté qui permît de les en distinguer.

La fermentation ne m'a pas paru notablement troublée, lorsque dans un flacon qui renfermait le sucre, la levûre et l'eau, j'ai fait passer pendant vingt-quatre heures un courant lent d'oxygène ou un courant lent d'hydrogène.

La levûre qui avait séjourné dans l'hydrogène a paru peut-être un peu plus paresseuse; celle qui avait séjourné dans le protoxyde d'azote un peu plus active; celle qui avait été en contact avec le gaz des marais exhalait un peu l'odeur des matières animales avancées; mais toutes ont fermenté régulièrement.

Action des métalloïdes. — L'action de la levûre ne produit pas d'ozone; elle ne suscite aucun phénomène d'oxydation ou de combustion.

Son influence n'est-elle pas plutôt réductrice ou hydrogénante? On serait disposé à le penser, non parce que dans un liquide en fermentation le chlore, le brôme et l'iode se changent en acide chlorhydrique, bromhydrique et iodhydrique, ces éléments ayant la faculté de prendre l'hydrogène aux substances organiques, mais parce que le soufre, qui ne jouit pas de cette propriété, dégage de l'acide sulfhydrique en présence d'un liquide qui fermente. Il suffit de mêler à la levûre de bière du soufre en fleur pour voir apparaître avec l'acide carbonique de la fermentation quelques centièmes d'hydrogène sulfuré exhalant l'odeur d'oignon. La levûre ou ses produits agissent donc comme hydrogénants. En tous cas, le soufre et les composés sulfurés sont les seuls corps qui se montrent disposés à s'associer aux réactions du ferment. On a dit que le soufre empêchait la fermentation; je ne lui ai pas reconnu cette propriété.

Action des acides. — La levûre de bière possède toujours une réaction acide. Si l'on essaie de saturer l'acide libre qu'elle contient, avec de l'eau de chaux, par exemple, on reconnaît bientôt que la neutralité obtenue n'est que momentanée. La réaction acide se manifeste de nouveau, en moins de cinq minutes, et ce n'est qu'après trois ou quatre additions de la liqueur alcaline, amenant chaque fois la neutralité provisoire, qu'on obtient une neutralité un peu stable.

Chaque gramme de levûre essorée exige, pour atteindre ce point neutre, une quantité d'eau de chaux qui saturerait 0.003 d'acide sulfurique normal. L'équivalent du pouvoir acide de cette levûre se représente donc par $\frac{3}{1000}$ de son poids d'acide sulfurique monohydraté; mais ce chiffre n'est pas absolu et peut descendre à $\frac{25}{10000}$, par exemple.

L'acidité de la levûre peut-elle être augmentée ou diminuée, sans que son pouvoir en soit altéré? La nature spécifique de l'acide exerce-t-elle ou non quelque influence sur le résultat?

Parmi les acides minéraux, j'ai essayé les acides sulfurique, sulfureux, azotique, phosphorique, arsénieux et borique; parmi les acides organiques, les acides acétique, oxalique et tartrique. J'employais d'abord des équivalents d'acide égaux, décuples et centuples du pouvoir acide de la levûre, et ensuite au besoin des proportions intermédiaires entre deux de ces termes.

L'addition de l'un de ces acides, même à faible dose, n'a hâté ni le départ de la fermentation ni sa fin. Elle a souvent arrêté la destruction du sucre, du moins dans les circonstances où je me trouvais placé, opérant sur des solutions de sucre pur avec addition de levûre. Quand on traite la betterave ou d'autres produits végétaux complexes, les phénomènes peuvent se présenter autrement.

En général, lorsque j'ai ajouté 100 fois l'équivalent de l'acide que contenait la levûre, la fermentation ne s'est pas manifestée. Cependant, l'acide chlorhydrique et l'acide tartrique, même à cette dose, ne l'ont pas complétement supprimée, et, pour ce dernier, il a fallu en mettre 200 équivalents pour arrêter la fermentation; mais 10 équivalents de ces divers acides suffisent pour que la fermentation, devenue traînante, s'arrête, lorsqu'il reste encore de grandes quantités de sucre à l'état interverti dans le liquide.

Action des bases. — J'ai examiné la manière d'agir de la soude, de la potasse et de l'ammoniaque sur la levûre et leur effet sur la fermentation à diverses doses. Il suffira de préciser ce qui concerne l'ammoniaque.

J'ai fait marcher ensemble huit expériences : la première servant de témoin ne contenait que le sucre, la levûre et l'eau ; dans les sept autres, on avait ajouté des quantités d'ammoniaque équivalentes à 1, 2, 3, 4, 8, 16 et 24 fois l'acide contenu dans la levûre.

La fermentation s'est manifestée presque aussi vite et a marché presque aussi rapidement, au moins le premier jour, même dans le vase qui contenait 4 fois autant d'ammoniaque qu'en exigeait la saturation de l'acide de la levûre. Lorsque la dose d'ammoniaque s'élevait à 8 ou même à 16 fois cette quantité, la fermentation s'est déclarée plus lentement, mais six heures ne s'étaient pas écoulées qu'elle se manifestait.

Quant au vase qui avait reçu une quantité d'ammoniaque équivalente à 24 fois l'acide de la levûre, il n'a donné aucun signe de fermentation.

A l'égard des autres, dès les premières heures la levûre formant boue au fond des vases avait repris son acidité, et, dès le lendemain, la liqueur elle-même était devenue acide d'une manière très-marquée dans ceux qui contenaient 1, 2 et 3 fois la quantité d'ammoniaque nécessaire à la saturation de l'acidité normale de la levûre, et légèrement acide dans le vase où la dose de cet alcali était portée jusqu'à 4 fois.

Au delà de cette dose, les fermentations ont été très-incomplètes, elles se sont terminées lorsqu'il restait encore beaucoup de sucre dans les liqueurs.

On pouvait se demander si la présence de l'ammoniaque n'avait pas amené la production de l'acide nitrique ou celle de l'acide nitreux. Ni l'un ni l'autre de ces acides n'existait dans les vases où l'acidité s'était le mieux manifestée.

La levûre paraît donc jouir du pouvoir de produire ou d'exhaler un acide qui neutralise les bases en contact avec elle ; mais ce pouvoir est limité.

Que l'on ajoute, par exemple, de l'eau de chaux en quantité égale à celle qu'exige la saturation de l'acide normal de la levûre, la fermentation, à peine retardée, reprendra bientôt sa marche ordinaire.

Mais qu'on ajoute de la chaux éteinte ou de la magnésie calcinée en quantités égales à la moitié du poids de la levûre, il n'y aura pas de fermentation, circonstance qui s'accorde bien avec l'emploi de la chaux, comme moyen de conserver le sucre sous forme de sucrate, en usage dans certains procédés de l'industrie. Si, au lieu de bases alcalines, on emploie des bases saturant mal les acides, telles que les oxydes de zinc, l'oxyde rouge de fer et même la litharge, la fermentation suivra son cours, et, quand elle s'arrêtera, on ne trouvera plus trace de sucre dans les liqueurs.

Ainsi, les alcalis tendent à arrêter la fermentation, mais ne la suppriment qu'autant que leur dose est assez forte.

Il ne faut pas confondre le pouvoir dont jouit la levûre, de produire ou d'exhaler un acide capable de neutraliser les bases dont elle est entourée, avec l'effet qui résulte de la neutralisation de ces bases par l'acide carbonique, provenant de la fermentation alcoolique.

J'ai essayé de démêler, par une expérience précise, la part qui revient à chacune de ces influences.

J'ai mis en présence 10 grammes de levûre, 10 grammes de carbonate de soude et 200 centimètres cubes d'eau sucrée au dixième. Le quatrième jour, la fermentation était terminée et la liqueur ne contenait ni sucre interverti, ni sucre non interverti.

Les autres substances étant employées en mêmes proportions, j'ai porté à 70 grammes la dose de carbonate de soude. Le quatrième jour, il n'y avait pas eu trace de fermentation, et la liqueur ne renfermait pas trace de sucre interverti, tout le sucre de canne employé ayant gardé son état normal.

Dans le dernier cas, si la fermentation avait eu lieu, tout le carbonate de soude aurait pu être converti en bicarbonate. Dans le premier, le sucre ayant pu fournir 6 ou 7 fois la quantité d'acide carbonique nécessaire pour opérer cette conversion, ce bicarbonate a pris naissance et sa présence n'a plus gêné la fermentation.

Que se passe-t-il si l'on met en présence, avec le sucre, la levûre de bière et l'eau, un sel,

tel que le sous-carbonate de magnésie? Sel insoluble, et, par conséquent, peu capable, quoique basique, de gêner la fermentation, mais propre à s'unir à l'acide carbonique et à former un bicarbonate soluble. La fermentation s'effectue et il ne se dégage rien. La liqueur filtrée se trouble par l'ébullition, dégage de l'acide carbonique, et produit un dépôt abondant de carbonate de magnésie hydraté. Evaporée à la température ordinaire, elle fournit d'abondantes houppes cristallines de carbonate de magnésie également hydraté.

La craie se comporte de la même manière; mais la faible solubilité relative du bicarbonate de chaux rend le phénomène moins frappant.

Action des sels. — L'action des sels neutres ou des composés binaires analogues, sur la levûre de bière et leur influence sur la fermentation, m'a présenté des résultats intéressants.

Après un certain nombre d'expériences préliminaires, j'ai adopté la marche suivante pour cette étude :

On prépare des solutions saturées à froid de chacun des sels; ces solutions sont mises en contact avec de la levûre de bière bien essorée, dans le rapport de 30 ou 40 grammes pour un gramme de levûre. Après trois jours de contact, on décante la solution saline et on la remplace par une solution de sucre pur, au dixième.

Les phénomènes qu'on observe se rapportent donc : 1° à l'action de la solution saline sur la levûre; 2° à l'action de la solution sucrée sur les cellules de levûre pénétrées de la solution saline; 3° à l'action de la levûre, ainsi modifiée, sur le sucre, soit pour produire son interversion, soit pour exciter la fermentation.

Relativement à la question des sels sur la levûre, j'ai constaté que beaucoup d'entre eux, surtout parmi les sels de potasse, même en solution saturée, ne lui font éprouver aucun changement. Délayée dans leurs solutions, la levûre se comporte comme avec l'eau, demeure en suspension et se dépose lentement.

Parmi les autres, il en est un grand nombre qui déterminent la contraction des cellules; le sel ammoniac, dont les solutions possèdent, sous le rapport de la capillarité, des propriétés particulières, mérite d'être signalé. La levûre, agitée dans une solution saturée de ce sel, se dépose rapidement et se tasse au fond du vase, à peu près comme la fécule de pomme de terre qui se sépare de l'eau.

Il en est enfin, tels que le silicate de potasse et le borate de soude, qui coagulent la levûre et lui font prendre immédiatement l'aspect grumeleux du caséum coagulé ou du chlorure d'argent floconneux.

Lorsque la levûre qui a séjourné dans la solution saline en est séparée et qu'elle est mise en rapport avec l'eau sucrée, le mouvement endosmotique résultant de l'action de ces solutions sur le liquide intérieur des cellules de levûre, est remplacé par un mouvement nouveau produit par l'eau sucrée. L'existence de ces phénomènes d'endosmose et d'exosmose se constate facilement par une expérience qui me paraît destinée à jeter quelque lumière sur la nature et sur les fonctions de la levûre.

Qu'on place de la levûre de bière fraîche dans une dissolution saturée à froid de tartrate neutre de potasse et l'on n'apercevra pas de changements; qu'on soumette ensuite cette levûre, séparée de la dissolution saline, à l'action de l'eau sucrée, la fermentation s'établira presque instantanément et suivra son cours avec rapidité. Cependant, le liquide dans lequel la fermentation s'est opérée présentera tous les caractères d'une dissolution d'albumine ordinaire : coagulation par la chaleur, par l'acide nitrique, par l'alcool. Le coagulum albumineux sera blanc et pur, comme si la levûre de bière avait été frappée d'albuminurie par la présence du tartrate neutre de potasse, le seul sel qui produise ce singulier effet.

Cependant, l'expérience n'offre rien de pareil, lorsqu'on met en présence, à la fois, le tartrate de potasse, la levûre de bière, le sucre et l'eau; il faut donc en conclure que cette exsudation d'albumine est due au double mouvement résultant : 1° de l'absorption par les cellules du liquide salin; 2° du remplacement de ce liquide salin par le liquide sucré. Si en abandonnant les cellules, le tartre de potasse n'avait pas entraîné avec lui l'albumine qu'elles contiennent, on n'aurait rien aperçu. Des analyses circonstanciées que je n'ai pu terminer montreront, sans doute, que d'autres solutions salines déterminent d'autres séparations

et permettent de faire ainsi l'analyse physiologique de la levûre et celle des organismes analogues.

Parmi les sels que j'ai eu l'occasion d'essayer, il en est qui favorisent jusqu'à un certain point la fermentation, tel est le bitartrate de potasse, ou qui du moins lui laissent parcourir son cours tout entier, sans contrariété. Il en est d'autres qui retardent la fermentation et qui la rendent incomplète, le phénomène s'arrêtant, lorsque la liqueur renferme beaucoup de sucre interverti.

Il en est qui ne lui permettent pas de s'établir, quoique le sucre ait été partiellement interverti.

Il en est enfin qui, non-seulement ne permettent pas à la fermentation de s'établir, mais qui s'opposent, même, à l'interversion du sucre.

Mes expériences ont porté sur cinquante sels environ, qu'elles m'ont conduit à classer dans les quatre catégories suivantes :

Tableau de l'action qu'exerce la levûre de bière sur la dissolution de sucre candi, après trois jours de contact avec des dissolutions saturées des sels suivants :

1° Fermentation totale du sucre, plus ou moins rapide :

Sulfate de potasse.	Sulfate de soude.
Chlorure de potassium.	Bisulfite de soude.
Phosphate de potasse.	Pyrophosphate de soude.
Sulfovinate de potasse.	Lactate de soude.
Sulfométhylate de potasse.	Phosphate d'ammoniaque.
Hyposulfate de potasse.	Sulfate de magnésie.
Hyposulfite de potasse.	Chloruré de calcium.
Formiate de potasse.	Phosphate de chaux.
Tartrate de potasse.	Sulfate de chaux.
Bitartrate de potasse.	Chlorure de strontium.
Sulfocyanure de potassium.	Alun.
Cyanoferrure de potassium.	Sulfate de zinc.
Cyanoferride de potassium.	Sulfate de cuivre au $\frac{1}{40000}$.
Phosphate de soude.	

2° Fermentation partielle du sucre, plus ou moins ralentie :

Bisulfite de potasse.	Savon blanc.
Nitrate de potasse.	Nitrate d'ammoniaque.
Butyrate de potasse.	Tartrate d'ammoniaque.
Iodure de potassium.	Sel de seignette.
Arséniate de potasse.	Chlorure de baryum.
Sulfite de soude.	Protosulfate de fer au $\frac{1}{350}$.
Hyposulfite de soude.	Protosulfate de manganèse au $\frac{1}{350}$.
Hyposulfite de potasse.	
Borax.	

3° Interversion plus ou moins avancée du sucre, sans fermentation :

Azotite de potasse.	Sel marin.
Chromate de potasse.	Acétate de soude.
Bichromate de potasse.	Sel ammoniac.
Nitrate de soude.	Cyanure de mercure.

4° Ni interversion, ni fermentation :

Acétate de potasse.	Monosulfure de sodium.
Cyanure de potassium.	

Que le cyanure de potassium et le monosulfure de sodium détruisent dans la levûre de bière toutes les propriétés physiologiques et même le pouvoir d'interversion exercé par l'infusion de levûre sur le sucre, on ne saurait en être surpris ; mais que l'acétate de potasse jouisse de la même propriété, on peut s'en étonner.

Cependant, j'ai vu souvent la dissolution d'acétate de potasse, après avoir séjourné sur la levûre, laisser celle-ci absolument impropre, soit à exciter la fermentation, soit à déterminer

l'interversion du sucre. Si on porte la température à 28 ou 30 degrés, l'interversion a lieu dans des proportions très-faibles. Vers 35 degrés, elle m'a paru plus marquée; mais la fermentation ne s'est jamais établie. Il est impossible de ne pas rapprocher cette propriété, de l'emploi fait par M. Sacc, de l'acétate de soude pour conserver les viandes et les légumes.

Parmi les phénomènes résultant de la présence des sels dans les cellules de levûre, au moment où elles agissent sur le sucre, il en est que je dois signaler plus particulièrement, car ils semblent se rattacher à quelques vues chimiques ou physiologiques d'un haut intérêt.

Nous savons déjà que le soufre fournit de l'hydrogène sulfuré, en présence d'un liquide en fermentation. Les sulfates exceptés, les combinaisons sulfurées se montrent dans ce cas particulièrement impressionnables.

Les sulfites et hyposulfites de soude, le sulfocyanure de potassium fournissent, par une fermentation qui tantôt s'arrête en chemin, tantôt se poursuit jusqu'à son terme naturel, une liqueur alcoolique qui, étant distillée en présence d'une dissolution de potasse, fournit un alcool contenant de l'aldéhyde et une matière odorante, exhalant fortement l'odeur agréable de fruitier. Cet alcool se trouble et devient laiteux par l'addition de l'eau. D'ailleurs, la dissolution de potasse dépose par le refroidissement de la résine d'aldéhyde en abondance et par l'évaporation des sels qui offrent des caractères particuliers.

Avec l'hyposulfite de potasse, pendant tout le cours de la fermentation, il se dégage de l'hydrogène sulfuré mêlé à l'acide carbonique, phénomène que les sels précédents ne présentent pas, et le produit qui accompagne l'alcool à la distillation exhale l'odeur de l'ail (1).

Parmi les substances vénéneuses que j'avais intérêt à examiner dans leurs rapports avec la levûre de bière, le sulfate de cuivre se plaçait au premier rang. On sait, en effet, que ce sel, par un triste privilége, modifie d'une manière favorable la fermentation des pâtes produites par les farines avariées et en rend le pain plus ferme et plus blanc.

J'ai constaté, en effet, que si à la dose de $\frac{1}{2000}$ le sulfate de cuivre détruit le pouvoir d'agir, comme ferment, que la levûre de bière possède; au contraire, à la dose de $\frac{1}{40000}$ il ne trouble pas la fermentation, et celle-ci s'accomplit jusqu'à disparition totale du sucre.

RÉSUMÉ.

Si j'essaye de résumer ces expériences, je crois qu'elles permettent d'opposer les faits suivants à l'opinion de M. Liebig :

Aucun mouvement chimique excité dans une liqueur sucrée n'a paru capable d'amener la conversion du sucre en alcool et acide carbonique ;

Les mouvements produits par la fermentation elle-même ne sont transmis à distance sensible, ni au travers d'un liquide quelconque aqueux, oléagineux ou métallique, ni à travers les membranes les plus minces et ne passent pas même d'une couche à l'autre de deux liquides superposés.

A l'égard de l'opinion de Berzélius, elle est contredite par ce fait que, dans un grand nombre de cas et sous l'influence de certains sels, la levûre, le sucre et l'eau peuvent rester en présence, sans qu'il y ait fermentation, quoique le sucre ait été interverti d'abord par la levûre, comme à l'ordinaire.

La fermentation simple, celle qui a lieu entre le sucre, la levûre et l'eau, en raison du nombre infini de centres d'action qui la déterminent, constitue un phénomène susceptible d'être régularisé et mesuré, à la manière d'une réaction chimique.

Sa durée est exactement proportionnelle à la quantité de sucre contenue dans le liquide.

Sa marche est plus lente dans l'obscurité.

Elle est plus lente aussi dans le vide.

---

(1) L'étude approfondie de tous ces produits m'eût entraîné hors du plan que je m'étais tracé; je laisse ce soin à M. Gayon, qui veut bien en poursuivre l'examen.

Pendant la fermentation, il ne se produit pas d'oxydation. Au contraire, le soufre se change en hydrogène sulfuré.

Les gaz neutres ne modifient pas le pouvoir de la levûre.

Les acides, les bases, les sels peuvent exercer une influence accélératrice, retardatrice, troublante ou destructive, mais l'action accélératrice du pouvoir de la levûre est rare.

Les acides très-affaiblis ne le changent pas; mais, à dose élevée, ils le détruisent.

Les alcalis très-affaiblis retardent la fermentation; plus abondants, ils la suppriment.

Les carbonates alcalins ne l'empêchent qu'à dose très-élevée.

Les carbonates terreux ne l'empêchent pas.

Les sels neutres de potasse et ceux de quelques autres bases lui laissent son allure naturelle.

Le silicate de potasse, le borate de soude, le savon, les sulfites, les hyposulfites, le tartrate neutre de potasse, l'acétate de potasse permettent l'analyse physiologique de la levûre et de sa manière d'agir, de même que certains sels neutres ont permis d'effectuer l'analyse physiologique du sang et celle de ses fonctions.

La fermentation alcoolique peut donc être étudiée comme une action chimique quelconque. Les agents ou les forces chimiques ordinaires peuvent, sinon la faire naître, du moins en modifier les résultats, et je ferai connaître dans une autre partie de ce travail les changements que ces causes perturbatrices introduisent dans la quantité ou la nature des produits de la fermentation alcoolique.

Mais ceux qui attribuent la fermentation alcoolique à l'action d'un organisme représenté par la levûre de bière n'ont jamais contesté que la transformation du sucre en alcool et acide carbonique fût un phénomène chimique. Seulement, ils y voient un phénomène chimique provoqué par les forces de la vie, et non une réaction produite par les forces seules de la physique ou de la chimie. D'ailleurs, on convertirait le sucre en alcool et acide carbonique par une réaction chimique ou par l'action de l'électricité, que la question resterait la même. De ce que M. Béchamp est parvenu, au moyen d'une combustion lente, à convertir l'albumine en acide carbonique et urée, on n'en conclut pas que ce phénomène, lorsqu'il est observé chez les animaux, s'opère sans le concours d'un être organisé et vivant. Il en est de même de la fermentation et de la levûre. Cette opinion, à laquelle je me suis rangé depuis longtemps et que les belles études de M. Pasteur me semblent avoir mise hors de contestation, trouverait, s'il en était besoin, sa confirmation dans l'examen attentif des changements que les cellules de la levûre de bière éprouvent, lorsqu'elles sont soumises à l'action des divers agents dont j'ai fait usage dans mes expériences.

Ces changements ne peuvent guère laisser de doute sur le rôle de la levûre. Lorsque la fermentation est activée par l'intervention du bitartrate de potasse, par exemple, les cellules de levûre sont nettes, bien circonscrites, remplies d'une matière plastique renfermant des corpuscules brillants très-mobiles; elles émettent des bourgeons nombreux. La fermentation est-elle languissante, ce qui arrive sous l'influence des sels de fer et de manganèse, par exemple, les cellules de levûre paraissent contractées, framboisées, grenues, ridées, sans bourgeons récents. La fermentation est-elle nulle, comme c'est le cas avec le cyanure de potassium ou de fortes doses d'acide ou d'alcali, les parois des cellules sont amincies, leur intérieur est diffus, les points brillants immobiles et aucun bourgeon ne s'est développé.

En résumant ainsi d'avance une partie de mes études, purement physiologiques, j'ai voulu constater que, si j'ai considéré aujourd'hui la fermentation alcoolique comme un fait chimique susceptible de mesure et de modification par les forces et les agents chimiques, je n'en ai pas moins reconnu, à chaque instant, son étroite dépendance avec la présence, les fonctions, et pour tout dire en un mot, avec la vie des cellules de la levûre.

L'Académie permettra qu'en terminant j'adresse mes remercîments au Laboratoire des hautes études physiologiques de l'École Normale, où mon confrère et ami M. Pasteur m'a permis d'effectuer mes expériences, et où j'ai trouvé en la personne de M. Gayon, jeune agrégé de l'Université d'un rare mérite, un concours aussi dévoué qu'intelligent.

Sur les ferments appartenant au groupe de la diastase.

Note de M. Dumas.

Quoique je me propose de présenter à l'Académie un travail spécial sur les ferments non reproductibles, appartenant au type de la diastase, je lui demande la permission de constater à leur sujet quelques faits nouveaux et peut-être importants.

Je n'ai pas voulu donner, à l'occasion de la fermentation alcoolique, des détails relatifs à l'action du borax sur la levûre. Ils méritaient une place à part.

La solution de borax coagule la levûre de bière, et le liquide qui surnage n'intervertit pas le sucre de canne, comme le ferait l'eau de levûre.

La solution de borax dissout les membranes albuminoïdes, celles, par exemple, qui se séparent du blanc d'œuf qu'on délaye dans l'eau.

a. J'ai reconnu qu'une solution de borax neutralise l'action de l'eau de levûre sur le sucre de canne. Si l'on place de l'eau sucrée et de l'eau de levûre dans un tube, et de l'eau sucrée avec de l'eau de levûre et une solution de borax dans un second tube, le premier offrira bientôt des signes d'interversion, le second n'en manifestera point.

b. Le borax neutralise aussi l'action de la synaptase. On sait que l'amande amère contient de l'amygdaline et que l'amande douce renferme de la synaptase qui, mêlée à l'amygdaline, produit l'essence d'amandes amères accompagnée d'acide prussique. Il suffit de délayer d'une part la farine d'amandes douces avec de l'eau pure, de l'autre avec une solution de borax, et d'ajouter de l'amygdaline aux deux liquides, pour voir bientôt apparaître des différences caractéristiques. Avec l'eau pure, l'odeur d'huile d'amandes amères se manifeste et va croissant; la présence de l'acide prussique devient de plus en plus sensible par la formation du bleu de Prusse. Avec la dissolution de borax, on ne perçoit rien de pareil, ni odeur d'essence d'amandes amères, ni formation de bleu de Prusse.

c. Le borax neutralise l'action de la diastase. Si l'on met dans quatre tubes de l'eau et de la fécule de pommes de terre, et qu'on les maintienne à 70 degrés, le premier sans addition, le deuxième avec addition de borax, le troisième avec addition de diastase, le quatrième, enfin, avec addition de diastase et de borax à la fois, on constate qu'après quelques heures le premier et le deuxième ne renferment pas de glucose. Dès le premier quart d'heure, le troisième en contient déjà beaucoup, et la quantité va toujours en augmentant. Quant au dernier, où la diastase et le borax sont réunis, la conversion de la fécule en glucose ne s'opère pas.

d. Le malt délayé dans l'eau fournit bientôt des quantités abondantes de glucose, si l'on chauffe à 70 degrés; mais l'addition du borax arrête cette action. Avec le malt, l'eau et le borax, on observe seulement l'effet dû à la présence de quelques traces de glucose probablement préexistantes dans le malt.

e. Le borax trouble aussi l'action de la myrosine. La farine de moutarde noire, délayée dans l'eau froide, exhale presque immédiatement l'odeur de l'essence de moutarde, et l'effet produit va croissant. Délayée dans une dissolution de borax, l'odeur que répand la farine de moutarde elle-même, et qui est due à une trace d'essence toute formée qu'elle contient, se fait bien sentir; mais elle n'augmente pas et rien ne rappelle l'effet connu de l'eau sur la moutarde et l'abondante production de vapeurs irritantes qu'elle y fait apparaître.

Ainsi, le borax, par une propriété aussi étrange qu'imprévue, neutralise l'eau de levûre, la synaptase, la diastase et la myrosine. Je ferai connaître ses effets sur la pepsine et les conséquences de ces réactions curieuses pour la théorie de ces ferments, bien différents de la levûre de bière et de ses analogues. D'autres conséquences se déduisent de ces propriétés singulières du borax, qui pourrait bien exercer sur quelques virus l'étrange action qu'il exerce sur les diastases.

DE LA PRÉSERVATION DES BOIS DE CONSTRUCTION.

Par Richard H. Buell, C. E. (1).

Les principales causes de l'altération des bois de construction sont : la pourriture humide, la pourriture sèche et les attaques des insectes. La pourriture humide commence à l'extérieur; elle est causée par les changements de température et les passages alternatifs de la sécheresse à l'humidité. La partie d'un pilotis qui se trouve entre le niveau des hautes eaux et celui des basses eaux est susceptible dêtre attaquée par la pourriture humide. Un revêtement hydrofuge suffirait pour mettre le bois à l'abri de cette cause d'altération.

La pourriture sèche a été l'objet d'études nombreuses dans le siècle actuel. Un auteur ancien, Pline, en parle dans ses œuvres. Le traité de Pline sur la conservation des bois montre que l'auteur a fait beaucoup d'observations et de recherches. Il est dit dans cet ouvrage que l'altération du bois est due aux liquides qu'il renferme; que, pour rendre ce bois durable, il faut enlever ces liquides. L'auteur recommande de faire une incision circulaire au bas de l'arbre; cette incision doit faire tout le tour et s'enfoncer jusqu'au cœur du bois; on ne doit faire tomber l'arbre que lorsque tout le liquide s'est écoulé. Pline fait aussi la remarque que les matières résineuses et oléagineuses conservent le bois; que les essences de bois odoriférantes se conservent mieux que les autres, et que la durée du bois dépend beaucoup de sa contexture plus ou moins serrée.

La pourriture sèche commence ordinairement à l'intérieur du bois, où l'air ne circule pas librement; son effet est de réduire les fibres en poudre, de sorte que, l'extérieur étant intact, l'examen montre qu'il n'y a plus qu'une enveloppe solide, et que tout l'intérieur est détruit. Ce fait démontre qu'un enduit imperméable peut bien prévenir la pourriture humide ou extérieure, mais n'empêche en aucune façon la pourriture sèche, qui est, au contraire, rendue plus rapide par la suppression complète de la circulation de l'air à l'intérieur.

La plus ancienne description de la pourriture sèche que l'on connaisse est celle de Thomas Wade, qui écrivait en 1815 : « Le bois se gonfle d'abord, puis il change de couleur, et émet des gaz qui ont une odeur de moisi. Enfin, à la dernière période, la masse se fendille transversalement, et devient peu à peu pulvérulente. On reconnaît généralement dans ce cas, dans le bois, l'existence des différentes espèces de fungus. »

Une autre description, que nous trouvons dans la chimie de Stockhart, peut aussi présenter un certain intérêt. La voici : « Mettez, pendant l'été, un peu de sciure de bois humectée d'eau dans un vase fermé, et laissez reposer quelque mois; le bois perdra graduellement sa cohésion, et se changera peu à peu en une substance blanche et friable. Une allumette, introduite dans l'air du vase, s'éteindra aussitôt; l'oxygène s'est transformé en acide carbonique. L'eau a disparu également; elle s'est combinée chimiquement avec le tissu ligneux. »

La cause de la pourriture sèche est la putréfaction ou la fermentation des liquides du bois; et comme les différentes parties communiquent entre elles par les vaisseaux et le tissu cellulaire, les ravages se répandent dans toute la masse. Il n'est pas certain qu'il existe toujours des fungus dans ces occasions; mais c'est la règle générale. On croit que ces végétations sont dues à la présence de semences très-ténues de ce parasite, qui peuvent pénétrer au travers des pores de l'écorce pendant la croissance de l'arbre et être absorbées par la séve dans les feuilles, mais qui dans tous les cas, peuvent pénétrer facilement, lorsque l'arbre est abattu. L'expérience démontre que la séve en fermentation ou en putréfaction constitue une excellente nourriture pour le fungus. Que ce dernier soit ou non présent, l'analyse montre clairement l'action détériorante de la matière soluble : le bois sain, qui contient de 5 à 7 pour 100 de matière, soluble n'en contient le plus souvent que 1 pour 100 après son altération; la séve en fermentation s'est combinée avec l'eau dans le bois, et a

(1) Mémoire lu devant la Société de mécanique pratique de New-York (*New-York Society of Practical Engineering*) le 18 avril 1872. — Traduction de la *Chronique de l'Industrie*, de Bruxelles.

formé un liquide corrosif, qui a la propriété de désagréger et de détruire la fibre ligneuse.

Pline, le plus ancien auteur qui ait traité cette matière, recommande d'entailler les arbres circulairement, afin de permettre à la séve de s'écouler, et de ne les faire tomber que lorsqu'ils sont morts. Cette recommandation amène l'examen d'une question importante : quelle est la meilleure saison pour couper le bois? les opinions semblent partagées sur ce sujet, mais les meilleures autorités, à notre avis, penchent pour le printemps ou l'automne, plutôt que pour l'hiver. Bien que Pline ne désigne spécialement aucune saison pour faire l'incision circulaire dont il parle dans son ouvrage, il n'est guère possible qu'il ait voulu recommander l'hiver, puisque, en faisant cette opération dans cette saison on ne ferait qu'imiter ce que font les pionniers dans un pays où ils s'établissent, quand ils veulent faire pourrir les arbres pour éclaircir une forêt. On a très-peu de documents sur la durée comparative des bois coupés aux différentes saisons; mais un article de M. Phinehas Rainey, dans le *Silliman's journal*, vient nous donner un renseignement intéressant.

En 1810, M. Rainey commença à construire un vaisseau; voulant qu'il fût aussi durable que possible, il fit couper le bois qui devait entrer dans sa construction vers la fin du mois de décembre. Les essences qu'il avait choisies étaient le chêne blanc et le châtaignier. Vers la fin de la construction, le bois vint à manquer. M. Rainey fit donc couper trois arbres en avril 1811, puis encore deux chênes blancs au mois de mai, pour terminer l'arrière du navire. Ce dernier fut terminé au mois de juin. Or, au printemps de 1815, il fallut refaire tout l'avant, dont le bois commençait à pourrir. Le bois coupé au printemps était parfaitement sain, ce qui était très-visible à l'arrière du vaisseau; bien qu'entouré de bois pourri, il s'était maintenu dans d'excellentes conditions.

Ces faits amenèrent M. Rainey à supposer que la théorie mise en avant par les botanistes, théorie généralement rapportée du reste, savoir que la séve réside dans les racines en hiver, pouvait être erronée, et il résolut de faire des essais à ce sujet. Il coupa de grosses branches de chêne en été et en fit du feu. Il remarqua alors qu'un anneau humide se formait à l'extérieur du bois, dans la partie occupée par l'aubier, et que de la vapeur en sortait, tandis qu'on en voyait peu ou point sortir du cœur du bois. Une expérience semblable avec des branches de chêne coupées en décembre donna des résultats exactement contraires; le cercle humide se formait au cœur, et il ne sortait aucune vapeur de l'aubier; M. Rainey conclut de là que la séve, au lieu de séjourner dans les racines en hiver, se trouve dans le cœur du bois, et que, par suite, en coupant les arbres pendant cette saison, on expose la partie la plus précieuse du bois à s'altérer rapidement.

Un autre fait qui tend à confirmer cette théorie, c'est que si l'on pratique des fentes en hiver dans la canne à sucre, on est forcé, pour en faire découler de la séve, de traverser l'aubier et de pénétrer jusqu'au cœur de la tige.

Le docteur français Boucherie, dont les recherches sur la préservation des bois sont bien connues, recommande de couper les bois en été ou en automne, ou, dans tous les cas, dans une autre saison que l'hiver, par la raison que lorsque la séve est en circulation, il est plus facile de la faire sortir ou de la sécher.

Le navire anglais *Sovereign of the seas*, qui, démoli après 47 ans de service, fut trouvé dans un état de conservation tel qu'il était impossible d'introduire un coin dans le bois dont il était fait, sert quelquefois d'exemple aux partisans du bois coupé en hiver; mais, d'après les rapports de ceux qui l'ont construit, on a presque acquis la certitude que le bois qui est entré dans sa construction a été coupé au printemps ou en été.

Nous avons vu que la pourriture sèche du bois a pour cause les matières solubles contenues dans le bois, qui, en se combinant avec l'eau, agissent sur la cellulose ou sur le tissu fibreux, et que la chaleur, jointe à une circulation insuffisante de l'air, sont des conditions favorables à son développement. On peut conclure de là qu'en faisant disparaître du bois les matières solubles et l'eau, par la dessiccation ou autrement, la préservation serait assurée. Le bois vert contient de 38 à 40 pour 100 d'eau, et l'expérience démontre qu'en le faisant sécher à l'air on n'enlève qu'une partie de l'humidité qu'il renferme. Le comte Rumford a trouvé qu'une pièce de chêne qui avait séché pendant cent ans, perdait encore 9 pour 100 d'eau par l'application de la chaleur. Si l'on réduit du bois en poudre fine, et qu'on le chauffe à

160 degrés centigrades, toute l'eau peut en être enlevée; mais par l'exposition à l'air, le bois absorbera de nouveau 10 pour 100 d'humidité. La chaleur a pour effet de coaguler l'albumine qui se trouve dans le bois, et de le rendre ainsi moins altérable. L'effet de l'application de la vapeur paraît être le même; on a souvent recommandé ce procédé, mais cette méthode, bien que retardant dans une certaine mesure l'altération du bois, ne peut pas être considérée comme complétement efficace.

Les procédés de dessiccation du bois ont été d'abord compris et appliqués d'une manière très-imparfaite. C'était l'habitude, dans l'origine, lorsque l'on construisait des vaisseaux en bois, de mener l'ouvrage si lentement sur les chantiers, qui étaient alors à découvert, que l'on pouvait considérer la dessiccation comme ayant eu le temps de s'accomplir. Ainsi que l'on aurait pu d'ailleurs s'y attendre, les navires ainsi construits étaient pourris la plupart du temps avant d'être lancés; les grands vents, les pluies, les changements de température, avaient eu tout le temps d'apporter dans le bois tous les germes de corruption. Il vaut beaucoup mieux construire un navire à couvert en prenant les précautions nécessaires pour que l'air circule librement.

D'énormes quantités de bois en grume ont été perdues pour avoir été placées à terre et les unes sur les autres en masses compactes, tandis que l'on doit placer le bois sur des supports en fer ou en pierre, et le disposer de manière que l'air puisse circuler à l'intérieur. Il faut en outre qu'un hangar protége le bois contre la pluie; en même temps, s'il est possible, il est bon de le mettre à l'abri des changements de température. Le bois traité de cette manière pendant deux, trois et quatre ans, durera beaucoup plus longtemps; mais toutefois il s'en faut de beaucoup que cette méthode constitue un préservatif suffisant.

La dessiccation rapide d'après le système Davidson, qui a été essayée en 1835 par l'amirauté britannique, consiste à faire passer un courant d'air chaud dans des cylindres contenant le bois. Ce courant d'air est animé d'une vitesse de trente mètres par seconde, et le tuyau qui l'introduit est de dimensions suffisantes pour que l'air du cylindre soit renouvelé complétement toutes les trois minutes. La température que l'air doit avoir dépend de l'essence de bois : pour les bois durs et les pièces de grande épaisseur, de 27 à 35° C.; pour le bois tendre et les pièces minces, 49 degrés. On estime ainsi qu'il suit le temps nécessaire pour que l'opération soit terminée, en supposant que le courant d'air traverse le cylindre pendant douze heures par jour : planches de 4 pouces ($0^m.102$), quatre semaines; planches de six pouces ($0^m.152$), sept semaines; planches de 8 pouces ($0^m.203$), dix semaines, et ainsi de suite. L'opération doit être conduite avec beaucoup de soin, autrement le bois se déjetterait et se fendrait; mais en prenant les précautions voulues, le bois, s'il n'est pas préservé indéfiniment, est du moins, dit l'inventeur du procédé, devenu beaucoup plus durable. Les fentes dans le bois doivent être évitées par-dessus tout, car c'est à elles que l'on doit assurément le plus souvent le développement de la pourriture sèche; en effet, l'air, la lumière et l'humidité paraissent favoriser beaucoup le développement des fungus. On peut démontrer ce fait d'une manière frappante en perçant un trou de $0^m.05$ de diamètre dans une pièce de bois parfaitement saine. En vingt-quatre heures, une végétation considérable de fungus aura complétement rempli le trou, et si on l'enlève, elle se tiendra rigide comme un bâton.

L'albumine végétale, dont la présence dans le bois est la principale cause de la pourriture, peut être enlevée par un simple lavage à l'eau froide; cette méthode de préservation est fréquemment employée. Il est évident, du reste, que si l'on peut réussir, en immergeant le bois dans l'eau fraîche, à entraîner toute l'albumine, on obtiendra ensuite, en faisant sécher le bois, une matière inaltérable dans les conditions ordinaires d'exposition à l'air et d'humidité. Il est cependant probable que ce procédé ne lave bien que les couches extérieures du bois, et encore faut-il pour cela des années, s'il s'agit de pièces de dimensions considérables.

Le procédé Beer, pour lequel l'inventeur, M. Sigismond Beer, vient de prendre un brevet, a pour but de préserver le bois en dissolvant l'albumine contenue dans ses pores. Pour cela, on emploie une solution de borax, qui, à ce qu'il paraît, dissout entièrement cette matière organique. Le borax jouissant à un haut degré de propriétés antiseptiques, on peut sans inconvénient laisser la solution dans l'intérieur du bois; mais si sa couleur foncée devait être un inconvénient, il est toujours facile de l'expulser par un lavage à grande eau. Ce

procédé nous paraît mériter une sérieuse attention, car il est évident que s'il est aussi efficace que le prétend l'inventeur, il permet de réaliser en quelques heures ce que la dessiccation à l'air ou l'immersion dans l'eau n'accomplit qu'imparfaitement, c'est-à-dire l'enlèvement complet de tous les éléments qui déterminent l'altération du bois.

Après avoir décrit les principales méthodes employées pour chasser et pour dessécher la séve, nous arrivons naturellement à la seconde partie de notre sujet, qui comprend tous les moyens de préservation basés sur l'introduction de subtances antiseptiques, ou capables de former dans l'intérieur du bois un composé insoluble. On sait que tous les sels métalliques sont antiseptiques de leur nature, ils agissent en coagulant l'albumine du bois. En 1792, on proposa d'immerger les bois dans une solution d'un sel de cuivre. Thomas Wade recommanda en 1815 les sels de cuivre, de zinc et de fer; il mit en lumière l'ancienne pratique des Suédois, qui consistait à faire bouillir le bois dans le vitriol vert. En 1821, Humphry Davy fit connaître les propriétés du sublimé corrosif, qui furent ensuite mises en application par Robert H. Kyan.

Il faut bien reconnaître que les composés formés par les sels métalliques et les agents antiseptiques, tels que le sel marin, la chaux, la créosote, etc., ne sont pas des préservatifs parfaits, dans le sens absolu du mot, puisqu'ils sont plus susceptibles d'altération, par leur exposition à l'air et à l'humidité, que la fibre ligneuse elle-même. On les cite néanmoins généralement comme préservatifs, parce qu'ils se combinent à la matière végétale et forment des composés qui ne s'altèrent pas facilement. Il résulte de là que les méthodes que nous allons décrire ci-après ne sont pas aussi parfaitement efficaces qu'un procédé qui enlève toutes les parties altérables du bois.

Si nous examinons les brevets pris par différents inventeurs, nous trouvons une nombreuse liste de matières préservatrices, dont chacune a peut-être son mérite; mais ces inventeurs paraissent en général connaître très-peu la nature des bois, et les réactions chimiques qu'ils veulent produire. Nous donnons ci-dessous la liste des principales matières en usage.

Sulfate de cuivre.
— de chaux.
— d'alumine.
— de soude.
Carbonate de soude.
— de potasse.
— de baryte.
Goudron.
Fumée.
Chlorure de sodium.
— de zinc.
Sulfate de magnésie.
Sulfate de baryte.
Acide sulfurique.
Chaux.
Azotate de potasse.
Acide arsénieux.
Sublimé corrosif.
Huile.
Pyrolignite de fer.
Eaux provenant de la fabrication du chlore.
Eaux mères de marais salants.
Sulfures métalliques, avec décomposition par un acide ou un sel métallique.

Nous examinerons brièvement l'action de celles de ces substances qui nous paraissent mériter l'attention.

Les propriétés antiseptiques du sel commun sont bien connues, et, dans bien des cas, on les a utilisées dans les navires, en remplissant de sel les intervalles laissés entre les pièces de bois. Un grand nombre des vaisseaux construits à Boston, avec du bois non préparé, furent traités de cette manière, et, quatorze ans après, ils étaient en parfait état. Parmi ces navires était le brick *Argus*, appartenant aux États-Unis, lancé à Boston en 1802. On emploie encore fréquemment ce moyen pour les vaisseaux aux États-Unis. L'action préservatrice du sel provient de ce qu'il enlève l'eau du bois, et qu'il dissout partiellement l'albumine. L'inconvénient principal de ce procédé, c'est la grande quantité de sel qu'il faut employer, — 28 tonnes de sel pour un navire de 300 tonneaux.

On peut citer quelques exemples des bons effets de l'eau salée. La frégate anglaise *Résistance* coula dans le port de Malte; remise à flot au bout de quelque temps, on reconnut que la pourriture sèche, bien visible dans la charpente avant l'accident, avait cessé ses ravages. Deux autres navires anglais, l'*Eden* et la *Mersey*, étaient infectés de pourriture sèche, et

recouverts de fungus. L'*Eden* resta coulé dans le port de Plymouth pendant dix-huit mois; au bout de ce temps, on reconnut que l'altération du bois avait cessé, tandis que la *Mersey* était presque détruite.

Relativement à l'emploi de la chaux pour préserver le bois des navires, nous citerons les intéressantes expériences d'un ancien constructeur sur la côte du Maine, que nous trouvons dans le *Mechanic's Magazine.* Ce constructeur avait l'habitude de remplir les intervalles des pièces de bois avec des morceaux de chaux vive bien pressés; il comptait sur de légères voies d'eau pour faire dilater la chaux, et lui faire remplir toutes les crevasses. De longues observations l'avaient conduit à considérer la chaux comme une bonne matière préservatrice. Un schoner de côte, fait en bois du Maine qui n'avait subi aucun traitement préalable, avait fait naufrage et s'était crevé. Remis à flot et réparé, le schoner se maintint en bon état pendant trente ans, à l'exception des parties réparées, qui se conservèrent moins longtemps. On avait aussi remarqué que les navires chargés de chaux duraient généralement plus longtemps que les autres. Mais le cas le plus frappant est celui d'une plate-forme en planches de sapin, sur laquelle on avait l'habitude de mêler du mortier; cette plate-forme avait servi au père, au fils et au petit-fils; on vint à cesser d'en faire usage, et on l'abandonna sur le sol, où elle ne tarda pas à se recouvrir de gazon et d'herbes diverses. Après une période de soixante ans, ayant besoin du terrain, on enleva ces planches, que l'on trouva aussi fermes et aussi dures qu'au moment où on les avait placées à terre.

Mais l'emploi du sel, de l'eau salée et de la chaux présente un inconvénient sérieux dans la construction des navires; ces corps déterminent, en effet, une grande humidité à bord, ce qui affecte la santé de l'équipage et augmente la tendance des clous et autres objets en fer à se couvrir de rouille.

Les expériences faites en 1838, par le docteur Boucherie, jettent quelque lumière sur la valeur des sels métalliques comme corps préservateurs. Il prit un millier de jeunes tiges de châtaignier et de sapin, qu'il divisa en onze lots, et traita de la manière suivante : 1° laissé à l'état naturel ; 2° imprégné de bichlorure de sodium et de mercure; 3° imprégné de sels de fer; 4° imprégné de sels de cuivre; 5° imprégné de sels de zinc; 6° imprégné de sels de plomb; 7° imprégné de chlorure de calcium; 8° imprégné de chlorure de chaux; 9° imprégné de chlorure de chaux mélangé de sulfates métalliques solubles; 10° imprégné de chlorure de calcium mélangé de certains pyrolignites; 11° imprégné d'acide pyroligneux.

Toutes ces baguettes furent enterrées à la profondeur d'un pied, et examinées au bout de deux ans et demi. Celles qui n'avaient subi aucune préparation et celles qui étaient imprégnées de sels de plomb étaient vermoulues, et si détériorées qu'elles s'émiettaient sous les doigts; les baguettes traitées par les sels de fer avaient été considérablement altérées; mais toutes les autres étaient dans le même état qu'au moment de leur enfouissement.

Le docteur Boucherie fit aussi un essai plus délicat avec de la pulpe de betteraves. Laissée sans préparation, cette pulpe moisissait en quelques jours. L'addition d'un grain et demi ($0^{gr}.097$) de sublimé corrosif, à 92 grammes de pulpe, protége complétement cette dernière ; la même quantité de pyrolignite de fer produit le même résultat, tandis que 23 grains ($1^{gr}.490$) de sulfate de fer ou de cuivre, dans la même quantité de pulpe, ne retardaient l'altération que d'un jour dans le premier cas, de deux jours dans le second. Le procédé du docteur Earle, pour lequel l'inventeur a pris un brevet en 1838, consistait à faire bouillir le bois dans des solutions de sulfates de fer et de cuivre; les résultats qui sont parvenus à notre connaissance n'étaient pas très-bons. Un essai de pavage en bois, qui fut fait à Philadelphie, avec des matériaux préparés par la méthode du docteur Earle, ne put durer que deux ans à peine. Ce résultat négatif peut probablement trouver son explication dans ce fait que l'acide sulfurique, mis en liberté, attaque le bois et hâte sa destruction.

Si nous passons en revue, dans l'ordre de leur date, les brevets les plus importants relatifs à la conservation du bois, nous devons dire quelques mots à présent de la méthode de M. Brant. Elle consiste à introduire de l'huile dans les pores du bois au moyen d'une pompe foulante, le vase qui renferme le bois ayant été préalablement privé d'air. Cette méthode paraît avoir été employée avec quelque succès; mais elle n'a été appliquée que rarement; et

nous n'en faisons mention ici que parce que c'est le premier cas dans lequel on voie la solution préservatrice introduite de force dans le bois.

En 1832, M. Robert H. Kyan prit un brevet pour un procédé consistant à introduire dans les pores du bois une solution de sublimé corrosif. Les premières expériences de l'inventeur étaient, toutefois, bien antérieures à cette date. Mais les essais qui eurent lieu par ordre de l'amirauté britannique furent aussi décisifs que possible. En 1828, un cube de 30 centimètres de côté, en cœur de chêne en pleine séve, préparé d'après ce procédé, fut placé dans une fosse de l'arsenal de Woolwich. Cette fosse a des parois en bois qui sont dans un état de pourriture très-avancé, et recouvertes de champignons; l'air y est si altéré qu'une lumière s'éteint aussitôt qu'elle pénètre dans cette atmosphère impure. La pièce de chêne, après être restée pendant trois ans dans cette fosse, n'avait subi aucune altération. Au dire du gardien de la fosse, c'était le seul morceau de bois qui en fût jamais sorti à l'état sain. L'un des premiers architectes qui firent usage de bois ainsi préparé, pour la construction des maisons, fut M. Robert Smirke. Les résultats qu'il obtint furent excellents. Cet architecte fit aussi plusieurs essais sur ce bois; et sa déposition devant la Commission spéciale des bois de charpente fut celle-ci : « Je n'ai pas pu parvenir à faire pourrir le bois ainsi préparé. »

Comme ce procédé possède incontestablement une valeur réelle, il n'est pas hors de propos de donner un aperçu de la manière dont l'opération doit être conduite. A l'origine, le bois était simplement immergé dans la solution; on constatait, au bout de quelques heures, une ébullition violente, causée par la combinaison du bichlorure de mercure avec les matières solubles du bois. Quoi qu'il en soit, ce procédé fut bientôt abandonné, et remplacé par la compression. On trouve la description de l'appareil qui était en usage pour obtenir ce résultat, dans un mémoire sur la préservation du bois qui servit, en 1842, à faire les traverses de la voie permanente du « Hall and Silby Railway, » en Angleterre. C'étaient deux réservoirs cylindriques en fer épais de 12 millimètres, ayant chacun une hauteur de 21 mètres environ, et un diamètre de 1^{m}.83. La partie supérieure de ces cylindres était soutenue par des solives en fonte, et était munie de portes glissant sur coulisses, avec des contre-poids permettant de les élever ou de les baisser à volonté. Les réservoirs étaient revêtus intérieurement de feutre, afin de protéger le fer contre l'action du sublimé corrosif. La pompe pneumatique avait un diamètre de 38 millimètres; la course du piston était de 25 centimètres; il y avait en outre deux pompes foulantes, ayant des diamètres de 10 à 15 centimètres, dans lesquelles la course du piston était de 61 centimètres; ces pompes pouvaient, en peu de temps, fournir une pression de plus de cinq atmosphères. On mélangeait, dans un baquet, environ 1 demi-kilogramme de sublimé avec 5 litres d'eau, puis on faisait pénétrer dans les réservoirs ce mélange, après l'avoir convenablement étendu, ce que l'on vérifiait au moyen d'un aréomètre ou d'une lame d'argent, qui devait brunir. (Ce procédé d'essai est d'une grande sensibilité.) L'opération du vide et celle de la compression demandaient ensemble cinq heures; l'opération complète se faisait en sept heures et exigeait 8 ouvriers. Il fallait, pour injecter 10 mètres cubes de bois, 2^{k}.430 de sublimé corrosif, ce qui mettait le prix de revient, y compris les dépenses premières d'installation, à 21 fr. 80 c. environ le mètre cube.

Ce bois injecté a été analysé par Faraday et Berzélius, qui ont reconnu qu'une partie du sublimé forme un composé insoluble avec l'albumine du bois; les trois quarts environ du sel restent en liberté, mais ne peuvent être enlevés du bois que par sa désagrégation complète.

Le procédé Kyan, que nous venons de décrire, peut être appliqué d'une manière beaucoup plus économique, au moyen d'appareils perfectionnés et d'opérations plus délicates. On introduit en effet, le plus souvent, une quantité de sublimé bien supérieure à celle qui est habituellement nécessaire. La chaleur et l'humidité mettent cet excédant en liberté, ce qui empoisonne l'atmosphère environnante. En outre, le sublimé corrosif a une tendance à corroder les clous et les autres pièces de fer qui se trouvent en contact avec le bois injecté de cette façon. Pour toutes ces raisons, et surtout à cause du prix de revient si élevé, le procédé de M. Kyan a été peu à peu abandonné. Il y a un exemple de navire construit avec du bois préservé par ce système; c'est le *Samuel Enderby,* lancé à Cowes, en 1834. La même préparation avait été appliquée également aux voiles et aux cordages. Le même procédé a été

appliqué au bois qui a servi à la construction de l'aqueduc du canal d'Alexandrie, aujourd'hui du Potomac, à Georgetown.

En 1835, l'Anglais Francis Moll obtint un brevet pour un procédé de préservation du bois, consistant à l'exposer aux vapeurs de la créosote, dans des vases fermés. L'invention de M. Moll paraît très-peu avoir attiré l'attention, et nous en parlons plutôt pour avoir l'occasion de faire remarquer que M. Louis S. Robbins, de New-York, a pris récemment un brevet aux États-Unis pour un procédé presque identique. La possibilité d'imprégner le bois d'une substance introduite sous forme de vapeur, nous paraît très-douteuse, au moins dans le temps mentionné par M. Robbins, c'est-à-dire six heures pour les grosses pièces de bois vert, et trois heures pour des planches ou des pièces moins volumineuses.

En 1838, M. William Burnet prit un brevet pour imprégner le bois d'une solution de chlorure de zinc, en l'immergeant pendant dix ou vingt jours dans cette solution. Plus tard, la solution fut introduite au moyen du vide et de la compression, comme dans les procédés de MM. Brant et Kyan. Cette méthode fut assez bien accueillie; elle était beaucoup moins coûteuse que le procédé Kyan. Elle fut employée pour la première fois en Amérique, en 1856, par une Compagnie qui s'établit à Lowell, dans le Massachussets. Voici le tarif de cette Compagnie, qui employait des appareils analogues à ceux que nous avons décrits en parlant du procédé Kyan : Bois façonnés, 90 centimes par mètre cube ; autres, 1 fr. 10 c.; planches, 15 centimes.

Le procédé Burnet a été employé sur le « Philadelphia, Wilmington and Baltimore Railroad, » ainsi que sur « l'Union Pacific Railroad. » Il y a aussi, croyons-nous, un établissement à Élizabeth, dans l'État de New-York, où l'on injecte le bois par cette méthode. Les bois ainsi traités font souvent un excellent usage; mais on peut citer cependant plusieurs cas de pourriture rapide, notamment dans les bâtiments mêmes de la Compagnie, à Lowell. Il peut très-bien se faire que le chlorure de zinc agisse efficacement sur certaines essences de bois, et n'ait pas sur les autres la même action protectrice. Il est à regretter que les personnes qui ont employé ce procédé n'aient pas donné plus de publicité aux résultats obtenus par elles.

Le procédé Béthel, pour lequel un brevet a été pris en 1838 par l'inventeur, consiste à introduire dans les pores du bois, au moyen du vide et de la compression, des liquides bitumineux ou contenant de la créosote, tels que l'huile de goudron ou le pyrolignite de fer. Au point de vue commercial, la réussite de ce procédé a été complète. Adopté dans presque toutes les contrées de l'Europe, il a été l'objet de rapports très-favorables d'un certain nombre de commissions gouvernementales. La préparation dont on se sert habituellement est le produit que l'on tire de la distillation du goudron de houille entre 210 et 370° C. Cette matière agit sur le bois en coagulant l'albumine qu'il renferme, et en recouvrant les fibres de manière à les garantir de l'action destructive des corps extérieurs. On a employé des traverses injectées de créosote sur presque toutes les voies ferrées d'Angleterre et d'Allemagne, et sur un grand nombre de chemins de fer français. La créosote étant elle-même plus sujette que la fibre ligneuse à s'altérer au contact de l'air, on ne peut pas dire que le bois injecté de cette substance soit préservé pour un temps indéfini ; cependant, il y a des exemples, notamment en Belgique, de traverses ayant fait un service de plus de vingt-cinq ans. Il y a quelques années, le professeur allemand Rottier a fait des expériences pour déterminer les qualités préservatives des différents corps dérivés du goudron. Il a reconnu que les huiles légères, contenant de l'acide carbolique, l'aniline et les huiles de naphte, ne protégent que médiocrement les matières organiques exposées à l'air ; tandis que l'huile verdâtre obtenue par la distillation du goudron entre 275 et 315° C. donne un excellent résultat. On a cessé, depuis quelques années, sur plusieurs lignes de chemins de fer anglais, de se servir de créosote pour injecter les traverses. Il paraît que les traverses en service ont à subir une certaine force d'écrasement, qui les détruit plus vite que la pourriture ; en sorte qu'injectées ou non, elles durent à peu près le même temps. Le rapport du « Midland Railroad C° » (États-Unis) nous apprend que, sur cette ligne, les traverses en bois non préparé font un service de quatorze à seize ans ; et que les traverses préparées à la créosote doivent être remplacées après un service de vingt ans. Or, la traverse brute coûtant en moyenne 3 fr. 45, et l'injection de créo-

sote revenant à 1 fr. 25, somme que l'on doit porter à 2 fr. 50, pour tenir compte des intérêts composés pendant quatorze ans, on voit qu'il est plus économique d'employer des traverses sans préparation. Mais ce cas particulier provient sans doute de la qualité exceptionnelle du bois, car dans d'autres contrées, même en Amérique, les traverses ne peuvent pas servir plus de six à sept ans. C'est la durée moyenne des traverses des chemins de fer belges ; et il a été reconnu dans ce pays que le procédé de Béthel permet de réaliser une grande économie, le bois préparé par ce moyen durant de vingt à vingt-cinq ans. Il est à remarquer qu'il y a des essences de bois qui se conservent intactes pendant très-longtemps sans avoir subi aucune opération préservatrice. Le cœur du bois, contenant moins de matières solubles que l'aubier, est moins sujet à s'altérer : pour la même raison, les bois serrés et denses sont plus durables que les autres. Les arbres d'un certain âge fournissent aussi un bois beaucoup moins altérable que les jeunes, parce que la séve finit par cesser de circuler dans le cœur des vieux arbres; les pores du bois sont remplis d'une matière résineuse qui, bien que moins stable que la cellulose, se décompose cependant très-difficilement. Le cœur des arbres tels que le pin résineux, le cyprès, etc., fournit un bois de charpente qui ne s'altère qu'après un long service. M. T. W. Heineman a pris, il y a quelques années, un brevet en Amérique pour un procédé consistant à injecter de la résine dans les pores du bois, après en avoir fait sortir la séve. Il semble douteux que l'action du vide et de la compression puisse expulser complétement les liquides naturels du bois ; mais si l'inventeur arrive réellement à ce résultat, il est certain que sa méthode doit posséder une grande valeur.

Dans tous les procédés que nous avons mentionnés jusqu'ici, la dépense est augmentée d'une manière très-appréciable par le matériel, le temps et le travail nécessaires. La méthode du docteur Boucherie, qui date de 1839, arrive au même résultat par des moyens plus simples, et présente des particularités intéressantes. L'innovation ne consiste pas dans la solution employée, mais dans la manière de l'introduire. L'inventeur décrit son procédé de la manière suivante :

« Il me vint à l'esprit que la force qui détermine la circulation pendant la vie de l'arbre pourrait bien continuer quelque temps encore après sa chute ; et je reconnus en effet que si l'on coupe un arbre d'une grande hauteur, et que l'on en immerge le pied au bout d'un temps relativement court dans une solution saline, faible ou concentrée, il se produit une absorption puissante ; le tissu de l'arbre est imprégné de la solution, qui atteint bientôt jusqu'à la cime, si l'on a soin de fournir du liquide en quantité suffisante.

« C'est ainsi qu'en six jours, au mois de septembre, un peuplier de 30 mètres de haut, dont le pied plongeait de $0^m.20$ seulement dans le pyrolignile de fer, à la température de 12° C., absorba l'énorme quantité de 100 litres de cette solution. »

Le docteur Boucherie employait ordinairement le pyrolignite ordinaire du commerce, à cause de son prix peu élevé, de l'innocuité de son acide, qui se combine avec toutes les matières organiques, et forme avec elle des composés insolubles; enfin, comme dernier avantage, ce sel impur contient une certaine quantité de créosote.

A cause de la difficulté qu'il y a à maintenir un arbre pareil dans une position verticale, on imagina de le placer horizontalement ; l'opération réussit tout aussi bien. Le docteur Boucherie, certain d'avance qu'un arbre en pleine croissance absorberait la préparation par tous les vaisseaux ouverts pour la faire pénétrer, injecta ensuite des arbres de la manière suivante : il perçait dans l'arbre un trou de $0^m.02$ de diamètre, au ras de terre ; puis, au moyen d'une petite scie, il faisait une incision perpendiculairement au tronc, ne laissant intact que ce qui était indispensable pour empêcher la chute de l'arbre. Puis, il entourait le tout d'une toile goudronnée, livrant seulement passage à un tuyau qui amenait la solution contenue dans un réservoir convenablement placé.

On a reconnu que l'automne est l'époque la plus convenable pour injecter le bois, soit coupé, soit sur pied. Lorsqu'un arbre est coupé, il doit subir l'opération dans les dix jours de sa chute. On peut enlever une grande partie des branches sans danger pour le résultat ; mais il est nécessaire de laisser le feuillage de la cime.

Le docteur Boucherie est également l'inventeur d'un mode très-simple d'injection des arbres coupés en hiver, et des petites pièces de bois provenant d'arbres coupés dans une saison

quelconque. Ce procédé consiste à placer la pièce de bois verticalement dans le sens des fibres, et à appliquer ensuite à la partie supérieure une poche bien étanche contenant la solution saline. On pourrait employer la même méthode pour laver simplement le bois au lieu de l'injecter. Il suffirait dans ce cas de remplacer par de l'eau pure la préparation préservatrice.

On a reconnu que l'injection au pyrolignite de fer augmente notablement la dureté du bois. L'objet des recherches ultérieures du docteur Boucherie fut de conserver au bois sa flexibilité et son élasticité. En thèse générale, ces qualités du bois dépendent de la quantité d'humidité qu'ils contiennent; et l'on a remarqué que, dans la dernière période de l'opération préservatrice qui consiste à dessécher le bois au moyen de l'air, ce bois devient de plus en plus sujet à se fendiller. C'est ce fait qui suggéra à l'inventeur l'idée d'employer un sel déliquescent, après avoir chassé les matières albumineuses de la séve. Une matière convenable et à bon marché se présentait tout naturellement : les eaux-mères des marais salants, qui contiennent des chlorures déliquescents. Les essais qui furent faits réussirent très-bien.

On ajouta aussi un peu de pyrolignite de fer, pour protéger la fibre ligneuse de l'action de la petite quantité d'albumine qui aurait pu rester dans les vaisseaux. Ce traitement rend le bois beaucoup moins inflammable.

En 1850, le gouvernement français chargea une commission d'ingénieurs de faire un rapport sur la valeur de l'invention du docteur Boucherie. En 1852, une autre commission fut désignée dans le même but. Les essais et les expériences de ces ingénieurs confirmèrent tous les points avancés par l'inventeur, et ce dernier reçut du gouvernement français la grande médaille d'honneur, en or.

En 1846, 80,000 traverses préparées par le procédé Boucherie furent placées sur le chemin de fer du Nord français, et furent examinées d'année en année. On en releva quelques-unes en 1855 pour les faire voir à l'Exposition; elles n'avaient subi aucune altération. L'inventeur, après avoir reçu la récompense honorifique dont nous venons de parler, abandonna son invention au monde entier, et son procédé a été employé en grand sur les chemins de fer français. On en a fait un usage assez fréquent en Angleterre. Le grand mérite de la méthode Boucherie, c'est son prix de revient peu élevé : le rapport des ingénieurs français établissait que la préparation des traverses de chemin de fer ne revient pas à 1 fr. 65 c. par mètre cube.

La pourriture n'est pas la seule cause de destruction du bois. Dans certains cas, le bois est exposé aux attaques des insectes, — fourmis blanches dans les régions tropicales, *teredo navalis* et *limnoria terebrans* sous l'eau, etc. On doit à M. R. Stevenson des observations sur les ravages du dernier de ces insectes. Ces observations, faites à Bell-Rock, en Angleterre, commencèrent en 1814, et se sont étendues sur une période de treize ans.

Le *limnoria terebrans* se creuse dans le bois une demeure cylindrique et se multiplie si rapidement qu'au bout de peu d'années le bois est complétement hors d'usage. M. Stevenson fit des expériences avec un grand nombre de bois, soit dans leur état naturel, soit préparés par le procédé Kyan. Il reconnut que ce moyen de préservation n'exerce aucune influence sur l'action des insectes; sans aucun doute, la solution conservatrice est enlevée par l'eau qui entoure le bois. Quelques essences de bois du Brésil, d'Australie et des Indes furent les seules qui restèrent pendant treize ans sous l'eau sans être attaquées par les insectes; tous les autres bois devinrent vermoulus en un espace de temps variant de huit mois à quatre ans. Le bois injecté de créosote n'a pas été compris dans ces essais, mais on l'emploie maintenant dans les travaux des ports en Angleterre, et il paraît en général respecté par le *teredo navalis* et le *limnoria terebrans,* bien que l'on puisse citer plusieurs exemples de pieux injectés de créosote qui sont devenus vermoulus. Des expériences plus étendues à ce sujet seraient d'une grande utilité.

La fourmi blanche des pays tropicaux entre dans le bois et vit à l'intérieur et à même sa substance; de sorte qu'en peu d'années l'intérieur est réduit en poussière. Les traverses de chemins de fer que l'on pose aux Indes sans leur avoir fait subir aucune préparation, doivent être renouvelées tous les cinq ans; le bois injecté de créosote n'a pas une plus longue durée. Il y a quelques bois aromatiqnes qui sont respectés par la fourmi blanche, mais ils sont en général trop coûteux pour que l'on puisse en faire des traverses; en sorte que les Compa-

gnies de chemins de fer aux Indes se bornent à renouveler les traverses à mesure qu'elles deviennent hors d'usage. Quelques hommes spéciaux supposent que le bois dont on aurait enlevé la séve serait entièrement impropre à la nourriture des insectes; et cela semble rationnel si l'on remarque que les essences dont la texture est très-serrée, ou qui contien- très-peu de séve, sont les moins sujettes aux attaques de ces animalcules. Les bois aromatiques sont également à l'abri de cette cause de destruction : le problème de la préservation contre les insectes semble donc ne pas être impossible à résoudre. Ce sujet est assez important pour mériter les recherches approfondies des personnes habituées à ce genre d'études.

Telle est l'énumération succincte des principales méthodes qui ont été successivement proposées pour augmenter la durée des bois. Ces procédés ont trouvé leurs principales applications dans la construction des chemins de fer et les travaux des ports. Les constructions navale et civile n'en ont que fort peu tiré parti. Pour les navires, un certain nombre des moyens proposés présentent des inconvénients sérieux : le sel marin, la chaux et les sels métalliques attirent l'humidité et attaquent les ferrures; l'odeur de la créosote serait probablement un obstable à l'emploi de ce produit. Les procédés qui conviennent le mieux pour la préservation des bois destinés à la construction des navires sont ceux qui ne font emploi que de l'air et de l'eau; en faisant judicieusement usage de ces méthodes, on peu prolonger de beaucoup la durée des bâtiments.

L'utilité de rendre plus durables les constructions en bois ne paraît pas attirer comme elle le mérite l'attention des architectes et autres hommes du métier. Le bois est encore si abondant dans un grand nombre de pays qu'il paraît peu important au premier abord de se préparer dès maintenant pour l'époque où cette matière viendra à être plus rare. Il n'en est pas moins étonnant, en présence du déboisement rapide de tous les pays de construction, de voir que pas un effort n'est tenté pour remédier au mal. On n'est malheureusement pas beaucoup plus sage en ce qui concerne les chemins de fer : tandis que quelques Compagnies ont adopté et continuent l'usage de méthodes préservatrices, d'autres abandonnent de suite ces procédés, après un essai superficiel. Il en est du moins ainsi aux États-Unis d'Amérique, où un sujet d'une si grande importance devrait attirer sans retard l'attention du gouvernement général. En Europe, au moins, le déboisement rapide des forêts a provoqué des expériences nombreuses et approfondies. Il y a plus de quarante ans, la rareté de plus en plus grande du bois de chêne aux États-Unis a provoqué des lois de protection en faveur de cette essence. Il serait peu prudent d'attendre l'imminence d'un fléau, tel que la disparition de tous les bois de construction pour prendre des mesures qui deviennent d'une application plus difficile à mesure qu'on les renverra à une époque plus éloignée. La commission d'agriculture des États-Unis a présenté ces considérations d'une manière si plausible que le passage suivant de son rapport peut servir de conclusion toute naturelle à cette étude :

« Il y a peu de sujets aussi intimement liés que la conservation des forêts avec les besoins de la société, la salubrité générale et l'hygiène du pays, la production du sol et l'augmentation du bien-être général; et cependant, il n'en est pas dont la population s'inquiète moins et qui éveille aussi peu la sollicitude du gouvernement. »

NOUVEAU PROCÉDÉ DE FABRICATION DE LA BIÈRE.

Depuis quelques années on a introduit de nombreux perfectionnements dans la fabrication des bières : en Allemagne surtout, pays de choucroûte et de houblon, on s'est occupé beaucoup de cette question succulente et délicate. En général les appareils de fabrication laissent à désirer, et jusqu'à ce jour l'industrie n'est pas encore en possession d'un procédé parfait relativement; les savants n'ont guère étudié cette question qui peut paraître indigne de leur attention; comme tous les autres mortels cependant, sous le poids accablant du jour, ils n'ont peut-être pas dédaigné d'approcher parfois leurs lèvres du blond breuvage que les plus friands préfèrent à l'antique et divin hydromel.

Heureusement nous commençons à revenir de nos erreurs passées; les grands maîtres de la science ont consenti à descendre des hauteurs éthérées de leur empire et ont jeté les yeux sur la pratique industrielle à laquelle ils apportent leur précieux concours. Pour ma part, je préfère un résultat à une formule, une application à une ténébreuse théorie. Que d'autres, se perdant dans des nuages inaccessibles, détournent avec effroi les regards des utiles préoccupations des savants qui se rapprochent avec raison de ce monde de vulgaires nécessités; que pour eux M. Liebig soit un cuisinier, que M. Pasteur soit un tonnelier, soit! Il demeure établi aux yeux des hommes sérieux « que la science, comme disait Flourens, ne doit pas être une satisfaction égoïste de l'âme qui l'acquiert et s'élève par là au-dessus de la foule, qu'elle est fausse dès qu'elle n'est point profitable à cette foule. » Dunoyer disait avec raison que « le savant qui n'est que savant, ne sait que faire de la science, qu'elle ne peut lui servir à rien. »

M. Pasteur est un de ces hommes essentiellement savants et perspicaces qui ont compris cette phrase dont Geoffroy Saint-Hilaire fit un jour retentir la voûte de l'Institut : « La question sociale est la première dont il soit nécessaire de s'occuper aujourd'hui. » Et cependant dans cette même salle, Biot s'était écrié : « Continuons à étudier la nature dans ses secrets intimes, à découvrir, mesurer, calculer les forces qu'elle met en œuvre, *nullement préoccupés des applications profitables que l'on pourra faire.* » Sans doute qu'avec son ami Gay-Lussac, le grand mathématicien a reproché à Pellegrini-Savigny d'avoir dégradé la science en s'occupant des questions d'alimentation.

On se souvient de Berthollet, moins pour ses travaux de chimie distincte que pour l'application de ses produits au blanchiment des toiles, pour la production du salpêtre. Il en est de même de Monge, qui, aux jours du danger, consacrait à la patrie toutes les ressources de la science. Il en est de même de Chaptal, de Conté, dont les travaux furent sans cesse dirigés vers un but utile. Qui connaîtrait d'Alembert si celui-ci s'était renfermé dans des abstractions géométriques? A quoi Franklin doit-il sa gloire, comme savant? A quoi Geoffroy Saint-Hilaire doit-il la popularité de son nom? Qui a rendu célèbres les grands noms de médecins? Qui a fait la grandeur d'Arago?

Un jour aussi on parlera de M. Pasteur, non point comme un savant qui se sera plongé dans des spéculations égoïstes, qui se sera enfermé dans une sphère d'où ne jaillit aucun rayon, mais comme un homme qui aura mérité le titre d'utilitaire et pour lequel la postérité aura un profond respect!

Après cette solution décisive de l'amélioration des vins, après d'autres innovations non moins fécondes, non moins glorieuses, il était réservé au savant tant jalousé d'apporter un perfectionnement à une industrie considérable des régions du Nord. Tributaires d'une nation à laquelle nous ne pardonnerions pas nos désastres immérités si nous n'avions au fond du cœur ce sentiment de genérosité qui assure aux cœurs bien nés la vraie suprématie, nous devrons désormais aux indutriels de la France de voir pétiller dans nos verres la mousseuse liqueur à laquelle Munich doit une partie de sa gloire.

En des jours de tristesse, au milieu des pacifiques oasis de la Limagne, M. Pasteur, préparant de son côté les sublimes revanches du génie, s'ingéniait à doter la France d'une méthode simple et économique de fabrication de la bière. Dès le mois de juin 1871, il faisait déposer à la préfecture de Clermont-Ferrand, étonnée qu'en ce temps de misères sociales le génie français ne fût pas mort, un brevet d'invention dont je vais transcrire les termes exacts pour n'en pas détériorer la valeur.

« Je déclare, dit M. Pasteur, prendre un brevet d'invention de quinze années pour un mode nouveau de fabrication de la bière qui consiste essentiellement dans la fermentation à l'abri de tout contact avec l'air.

« Le moût, après cuisson, est dirigé dans des vases de bois ou de métal, refroidi dans un courant de gaz acide carbonique, puis mis en levain.

« Ce procédé repose sur des données scientifiques nouvelles que j'exposerai ailleurs et desquelles il résulte que le contact de l'air entraîne les plus graves dommages dans la fabrication de la bière. Il est applicable aux bières faibles ou fortes, brunes ou blanches.

« Je désire que les bières fabriquées par mon procédé portent en France le nom de *Bières de la Revanche nationale*, je dirai ailleurs pourquoi, et à l'étranger celui de *Bières françaises.*

« Suppression des bacs refroidisseurs.

« Suppression des pertes par l'évaporation, les remplissages, etc....

« Suppression des caves de conserve, au besoin.

« Plus grande abondance du produit, et nonobstant, augmentation de la force de la bière.

« Développement d'un bouquet très-agréable.

« Suppression de l'emploi des glacières, de la fermentation à basse température.

« Tels sont quelques-uns des principaux avantages de l'application de mon procédé et quelques-unes des qualités des bières dites de *la Revanche.* »

Ce premier brevet est à la date du 28 juin 1871 (n° 91941). Postérieurement, le 4 novembre 1871, un certificat d'addition accompagné du dessin reproduit ci-contre, était déposé à la préfecture du département de la Seine.

« Le dessin ci-joint, dit M. Pasteur dans cette addition, représente une disposition d'appareils pour l'application du nouveau procédé de fabrication de la bière. La légende qui accompagne le dessin en donne une description.

« La dimension de ces appareils varie avec l'importance de la fabrication. Elle peut être quelconque, de 1 hectolitre ou de 100,000 hectolitres si l'on veut. Dans le cas de dimension un peu considérable des appareils, l'emploi de gaz carbonique est indispensable pour empêcher la formation des ferments de maladie, ferment lactique, ferment butyrique, mauvais ferments alcooliques, etc. L'emploi de l'air préalablement purifié par calcination, par passage sur du coton, ou par tout autre mode, permet aussi de remédier à cet inconvénient. Une quantité d'air relativement faible n'est pas nuisible, peut être utile même à la qualité ultérieure de la bière. La bière ne prend tout le parfum que peuvent lui donner le malt, le houblon, elle n'acquiert un goût très-franc, une limpidité brillante, une grande force et en général toutes ses qualités, que si l'on supprime totalement ou dans une très-large mesure les combustions qui ont lieu dans le procédé ordinaire.

« On peut aussi remplacer le vide qui se fait dans les appareils pendant le refroidissement du moût, en faisant communiquer les appareils avec un vase plein de moût entretenu chaud, pour tuer les germes de maladie du moût et de la bière ultérieure qui en résultera.

« Il faut un trou d'homme à la partie des appareils FF..., lorsqu'ils sont de grande dimension.

« Il est bon que les cylindres des appareils soient entourés d'un manchon de flanelle. »

M. Pasteur ne s'en tint pas là; il poursuivit ses études. et, le 25 novembre 1871, il formulait dans les termes suivants un nouveau perfectionnement.

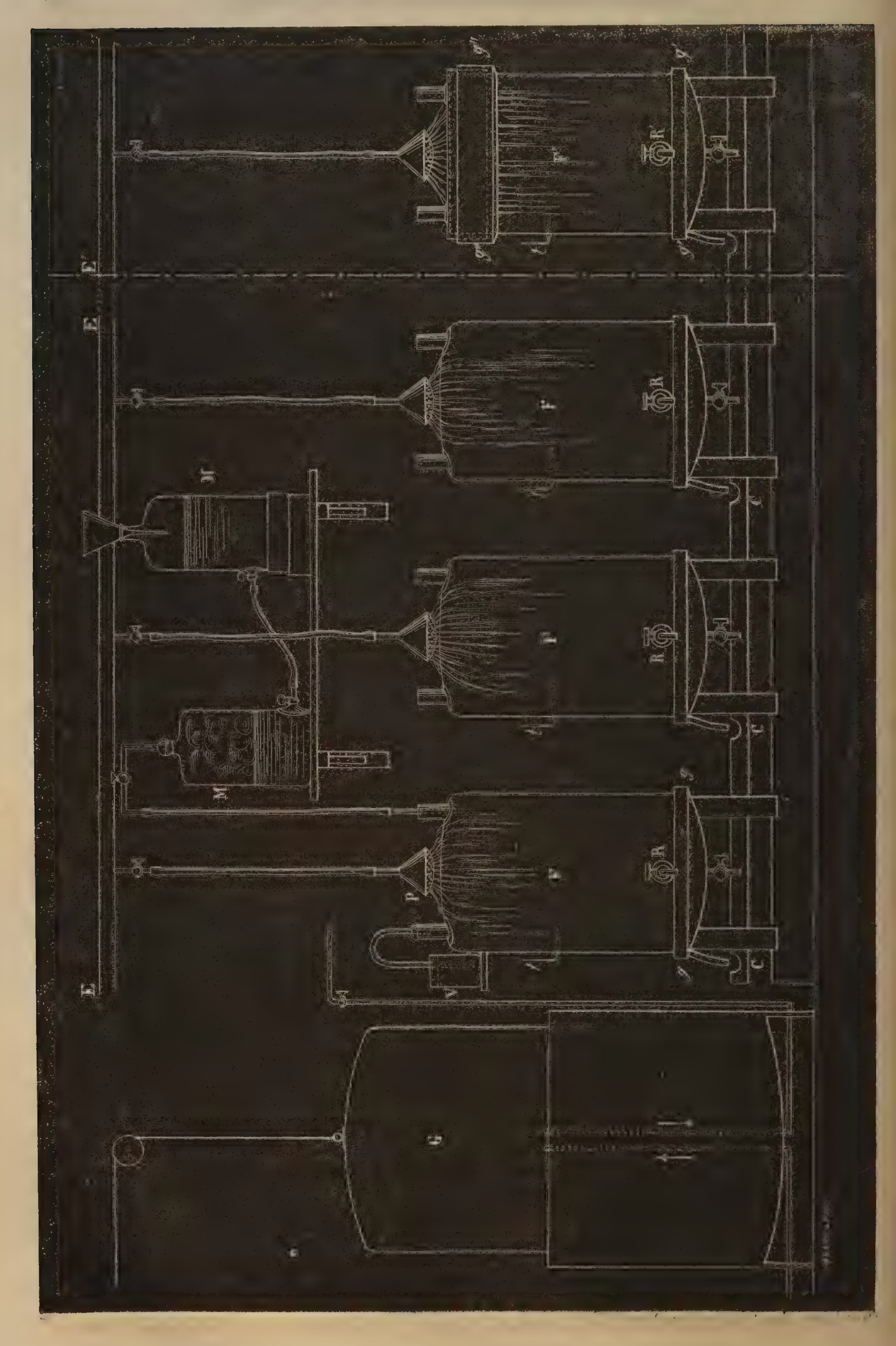
« La facilité d'application de mon procédé, dit-il, serait accrue par un emploi rendu plus commode du gaz acide carbonique.

« Voici, à ce sujet, une disposition nouvelle des plus simples:

« Le gaz carbonique produit pendant la fermentation, après avoir traversé un flacon laveur où il se débarrasse de la mousse qu'il peut entraîner, se rend dans un résevoir en zinc ou en fer-blanc placé un peu au-dessus des appareils de fermentation. A la partie inférieure de ce réservoir sont ménagées plusieurs douilles ou robinets. Quand on voudra refroidir le moût en présence de l'acide carbonique, comme il est inutile que ce gaz barbote dans le liquide, il suffira de mettre en communication une des douilles du réservoir dont on vient de parler avec une des tubulures des appareils F, F, F'. Cette disposition permet de se passer de gazomètre et évite toutes les difficultés pouvant résulter du mouvement d'un gaz qui doit vaincre des pressions de liquide. En outre, le réservoir se remplissant sans cesse, sa capacité pourra être relativement très-faible.

« Avec un refroidissement rapide on peut supprimer l'emploi du gaz carbonique; on peut même laisser rentrer en air libre ordinaire le volume dont diminue le moût pendant son refroidissement.

« Les germes de maladie du moût sont tués dans le moût bouillant, et ceux que le volume d'air libre dont nous parlons peut apporter, n'auront pas le temps de se développer dans le



LÉGENDE EXPLICATIVE.

EE...E′ Tuyau pour arrivée de l'eau froide qui se distribue par les pommes d'arrosoir P sur les appareils FFF...F′ de fermentation.
MM Appareil à acide carbonique artificiel.
CC...C Tuyau de décharge pour l'eau qui s'y déverse des gouttières *gg...g′*, où elle se rassemble très-chaude au début de l'opération.
F′ Autre disposition des appareils de fermentation dans laquelle le couvercle mobile ferme les appareils cylindriques à l'aide d'une fermeture hydraulique rendue possible par la gouttière extérieure *g″g″*, dans laquelle plonge le rebord renversé du couvercle.
G Gazomètre ordinaire avec tube d'arrivée et tube de sortie. Les gaz de la fermentation de divers appareils peuvent être dirigés facilement dans ce gazomètre qui fournit ensuite ce gaz à la mise en train d'une nouvelle opération.
tt...t Thermomètres qui indiquent la température pour la mise du levain.

moût, si le refroidissement a été prompt, circonstance toujours facile à réaliser par un afflux d'eau convenable et pour des volumes de moût pas trop considérables.

« En ce qui concerne ces assertions, il n'est pas inutile de rappeler la démonstration que j'ai donnée antérieurement de ce fait remarquable, que les liquides les plus altérables, même le bouillon de ménage, conservent leur limpidité pendant des années entières au contact de l'air, pourvu que celui-ci soit privé de ses germes.

« Dans les procédés ordinaires de la fabrication de la bière, on accumule comme à plaisir tous ces germes dans le moût et même dans la bière, outre que par l'oxygène de masses d'air considérables, on brûle les parties aromatiques du houblon ; de là une détérioration du produit et une conservation difficile.

« Diverses dispositions permettent d'accélérer le refroidissement du moût. Une des plus simples consiste dans des tubes serpentins ou cylindriques verticaux placés à l'intérieur des vases F F′ où circule de l'eau froide. On pourrait ainsi conserver les cuves actuelles de fermentation, et cela de deux manières. Le moût bouillant pourrait être dirigé dans les cuves actuelles de fermentation auxquelles on aurait ajouté les tubes refroidisseurs dont il s'agit, en recouvrant d'ailleurs ces cuves d'un couvercle de fer-blanc à fermeture hydraulique, ou bien on refroidirait le moût bouillant dans un seul et même grand appareil F ou F′ muni de tubes refroidisseurs à circulation d'eau ; puis, au moment de la mise en levain, on ferait passer le moût dans les cuves à fermentation fermées de leurs couvercles hydrauliques. On pourrait même se servir des appareils refroidisseurs en usage, enfermés dans un vase plein de gaz acide carbonique ou d'air privé de germes et même d'air ordinaire, si le vase est de faible capacité.

« En résumé, l'économie principale et toute nouvelle de mon procédé consiste dans l'emploi de cuves ou appareils de fer-blanc ou de bois, où le moût arrive aussi chaud que possible, et est refroidi par un courant d'eau extérieur ou extérieur et intérieur à la fois, sans évaporation quelconque et de la conservation duquel on est absolument maître, car celle-ci peut être indéfinie, à tel point qu'en suivant les indications de mon brevet, rien ne serait plus simple que de transporter sans danger le moût aux plus grandes distances, fussent-elles de plusieurs lieues. Quant à l'action de l'air, on la limite à volonté dans ce qu'elle a de nuisible, parce qu'on est toujours maître de supprimer l'action malfaisante des germes qu'il contient. Pour ce qui est du gaz oxygène libre et envisagé comme comburant de principes aromatiques, ou autres très-délicats, le brasseur est encore maître de son influence. Mon procédé permet, en outre, de s'arrêter, pour la mise en levain et la fermentation, à telle température que l'on désire. Enfin, ses avantages sont inappréciables pour la fermentation de la bière dite allemande ou à fermentation basse, car on peut se passer de l'emploi de la glace ou de tout autre moyen de refroidissement énergique pendant la fermentation. Il n'existe plus de distinction entre la fermentation haute et la fermentation basse, excepté toutefois en ce qui concerne les différences plus ou moins spécifiques des deux ferments haut et bas. Les températures des deux fermentations peuvent être égales. La fermentation s'achèvera dans les caves froides.

« Bientôt j'indiquerai les moyens d'obtenir à volonté, en toutes saisons et en tous lieux,

les deux ferments haut et bas, de façon à pouvoir les préparer à l'état de pureté sans avoir recours à ceux des brasseurs.

« *Nota.* — Le ferment qui se dépose au fond des vases F' est de couleur brune, parce qu'il est mêlé au dépôt propre au moût pendant son refroidissement. Il serait facile de le recueillir presque blanc et sans mélange, soit en râclant la surface du gâteau qu'il forme au fond des appareils, soit en introduisant au début, dans les appareils, au moment où l'on place le couvercle sur le moût bouillant, des plateaux circulaires retenus par une tringle qui traverserait le couvercle. Cette tringle verticale se terminerait en un demi-arc de cercle autour des extrémités duquel le plateau pourrait tourner et basculer. Pendant le refroidissement du moût, le plateau de chaque appareil aurait son plan vertical et aussi pendant les premiers jours de la fermentation tumultueuse. Puis, lorsque le dépôt de ferment commencerait à s'opérer, on ferait basculer doucement le plateau de manière à le placer horizontalement. Après le soutirage, on trouvera un gâteau de ferment sur le plateau. »

Après cette longue et utile addition, on pourrait croire que M. Pasteur a dit son dernier mot. Trois mois ne sont pas encore écoulés qu'une nouvelle addition va rejoindre le brevet principal et les additions précédentes. Cette fois, c'est court... et toujours bon. Le certificat d'addition porte la date du 22 janvier 1872. M. Pasteur s'exprime de la manière suivante :

« Lorsque dans une bassine le ferment s'altère pour une cause ou pour une autre, on est obligé de recourir à du ferment pris dans une autre bassine. Il y aurait donc un grand intérêt à pouvoir préparer soi-même et dans une bassine quelconque un ferment nouveau privé de germes de maladie.

« J'ai résolu le problème en reconnaissant que le *mycoderma vini* peut devenir le germe de la levûre basse. Il suffit de le faire développer dans du moût de bière à l'abri du contact de l'air. J'ai reconnu d'autre part que la levûre du raisin est de la levûre basse. C'est une source à laquelle les brasseries installées d'après mon procédé pourront recourir. »

Cette addition a, selon moi, une importance considérable.

Là ne se termineront probablement pas les études de M. Pasteur. Chaque jour apporte avec la lumière une nouvelle idée, avec chaque heure le temps amène une réflexion. Quoi qu'il en soit, dès aujourd'hui la fabrication de la bière a reçu des perfectionnements considérables qui vont lui donner une nouvelle extension. Le procédé n'a pas encore la sanction d'une longue expérience, mais il paraît qu'il a répondu à tout ce qu'on en attendait. Quelques-uns ont affirmé que le système de M. Pasteur nécessitait une dépense d'eau énorme. Ces assertions sont-elles exactes ? Je l'ignore : c'est à la pratique qu'il appartient de réfuter victorieusement ces objections.

Après tout, je sais qu'il pourra encore bien arriver à M. Pasteur d'être envié. On se souvient des tracas que lui créa un adversaire dans la question de l'amélioration des vins.

Ainsi nous vivons en France. C'est que l'aristocratie du génie, celle-là la plus sublime, celle-là bien supérieure à l'aristocratie du sabre et du nom, éveille l'envie et la rancune. Tel est le sort qui fut toujours réservé aux hommes inspirés. Depuis Socrate jusqu'à Arkwright, l'histoire retentit de cette éternelle vérité.

Persécution et calomnie, voilà deux mots terribles ! Heureux encore les inventeurs qui ne se voient pas dépouiller impudemment de leurs vêtements, heureux encore ces pères auxquels on n'arrache pas leur enfant bien-aimé, en contestant leur paternité ou en y insultant !

A. Jouglet.

Recherches sur le rôle de l'acide sulfureux, employé pour opérer la saccharification et l'alcoolisation des grains, d'après une méthode nouvelle.

Résumé par MM. V. Hemilian et N. Melnikoff,
Chimistes russes.

Il y a quelques années, on a introduit une nouvelle méthode d'alcoolisation dans plusieurs usines s'occupant de l'alcoolisation des céréales, et surtout dans les distilleries d'eau-de-vie

de Russie et de l'Allemagne méridionale. Ce procédé, préconisé par les praticiens comme augmentant le rendement d'alcool, consiste dans l'emploi d'une dissolution faible d'acide sulfureux pendant l'opération de la saccharification diastatique.

On opère de la manière suivante :

On soumet le mélange de farine et du malt finement moulu à une macération à froid dans une dissolution aqueuse d'acide sulfureux pendant cinq à six heures, après quoi le mélange est chauffé à 70-75°C., brassé et traité comme à l'ordinaire, sans aucun changement.

Bien que cette méthode présente un intérêt réel pour l'industrie de la distillation des alcools, l'action de l'acide sulfureux sur les matières alcoolisables n'a pas été étudiée jusqu'à présent; aussi nous avons entrepris un travail dont nous allons résumer les principaux résultats.

Dans une série d'expériences, nous avons reconnu que l'acide sulfureux, ainsi que les autres acides, employés même dans les faibles quantités indiquées par la pratique, diminuent notablement la faculté saccharifiante de la diastase. Il en résulte que, en opérant d'après la nouvelle méthode de saccharification, on annihile l'action d'une partie du malt employé.

D'un autre côté, des expériences ont démontré que l'acide sulfureux, dans des quantités que nous indiquerons ci-dessous, pendant une macération prolongée rend l'amidon de la farine plus apte à la transformation en glucose. Il est probable que l'acide sulfureux, dissolvant lentement pendant la macération le gluten et les autres matières albuminoïdes enveloppant les grains d'amidon dans la farine, favorise le contact immédiat de ces grains avec la dissolution de la diastase pendant la saccharification.

Dès lors, on peut admettre que l'effet produit par l'acide sulfureux dans la nouvelle méthode de la saccharification consiste dans la différence de deux actions contraires, l'une nuisible à l'alcoolisation, diminuant la faculté saccharifiante du malt, et l'autre, favorable, produisant une plus complète interversion de l'amidon des matières employées.

Cette différence, qui détermine l'augmentation du rendement en glucose dans la nouvelle méthode, dépend directement de la durée de la macération à froid et de la quantité d'acide sulfureux employée.

On obtient le plus fort rendement en glucose en laissant durer la macération à froid pendant cinq à six heures, avec une dissolution de 0.1 à 0.13 pour 100 du mélange de farine et de malt.

Si l'on augmente la durée de la macération à froid et si, en même temps, on diminue la quantité de l'acide sulfureux, le rendement en glucose arrive au même maximum.

Si l'on prolonge la macération au début plus de dix-huit heures, les résultats ne diffèrent que peu du rendement le plus favorable obtenu par l'emploi de l'acide sulfureux. Mais, comme une longue macération de farine dans l'eau pure à froid entraîne toujours l'acidification et le commencement d'une putréfaction de la masse, changement qui ne se produit jamais en présence de l'acide sulfureux, il est clair qu'une plus courte macération avec l'acide sulfureux est préférable à une macération prolongée avec de l'eau pure.

Au contraire, si l'on augmente la quantité d'acide sulfureux, et si, en même temps, on diminue la durée de la macération à froid, le rendement en glucose diminue rapidement, parce que l'influence nuisible de l'acide sulfureux sur la diastase commence à prédominer sur l'action favorable de cet acide sur la farine.

D'une série d'expériences faites par nous, il résulte que l'accroissement du rendement en glucose, sous l'action de l'acide sulfureux dans les conditions les plus favorables, varie de 2 à 3 pour 100 du poids des céréales saccharifiées.

Pendant la macération à froid, l'acide sulfureux ne se change pas en acide sulfurique, mais il forme avec les matières macérées des combinaisons qui les laissent dégager à l'état libre, sans l'apparition de soufre, quand on les traite par les acides minéraux. Il n'y a donc pas formation d'hyposulfites.

Nous avons remarqué, en outre, que les matières colorantes du malt se détruisent sous l'action de l'acide sulfureux pendant la macération à froid.

De plus, il est certain que les combinaisons formées par l'acide sulfureux pendant la macération ne nuisent pas sensiblement à la propriété saccharifiante de la diastase, et c'est pour

ce motif que nous proposons de changer la nouvelle méthode d'alcoolisation de la manière suivante :

On fait macérer à froid, pendant cinq à six heures, la farine seule, sans le malt, dans une solution d'acide sulfureux en quantités déjà indiquées, puis on chauffe la masse à 50°C., pour détruire les traces d'acide sulfureux qui peuvent encore rester à l'état libre; on ajoute le malt en brassant et en continuant à chauffer jusqu'à 70-75°C. (température ordinaire de la saccharification).

Quant à l'action de l'acide sulfureux sur la fermentation, nos expériences comparatives ont démontré que cet acide à l'état libre, même en petite quantité (0.2 pour 100 du sucre), entrave sensiblement la fermentation alcoolique, en la rendant excessivement lente, tandis que les combinaisons formées par l'acide sulfureux pendant la macération ne produisent aucun changement dans la marche ordinaire de la fermentation qui a lieu régulièrement, et ne s'arrête qu'au moment où le liquide ne contient plus de traces de glucose.

Pendant la fermentation du moût obtenu d'après la nouvelle méthode avec le concours de l'acide sulfureux, il se dégage de l'hydrogène sulfuré, mélangé en très-petites quantités avec de l'acide carbonique, et dans la liqueur qui fermente il se forme des combinaisons de soufre dont l'étude serait intéressante.

Il est très-important pour la pratique de savoir que, pendant la fermentation alcoolique des moûts contenant des combinaisons du soufre formées pendant la macération, il se produit presque deux fois moins d'acides libres que dans le procédé d'alcoolisation ordinaire. On conçoit alors l'utilité de l'emploi de l'acide sulfureux, si l'on admet que les acides libres dans les liqueurs fermentées se produisent aux dépens de l'alcool.

Enfin, on voit que la nouvelle méthode d'alcoolisation, diminuant la quantité des acides dans les résidus de la fabrication, améliore sensiblement les éléments de nourriture des animaux et ne peut nullement nuire à leur santé.

Ce travail a été fait à Paris, dans le laboratoire de M. Boutmy, rue Condé, 24.

REVUE DE PHYSIOLOGIE ET DE CHIMIE PHYSIOLOGIQUE

Par M. Fernand Papillon.

De l'absorption par le tégument externe. — Loi générale de ce phénomène.

On trouve dans la science les faits les plus contradictoires touchant l'absorption des substances toxiques et médicamenteuses par le tégument externe. Les uns disent que rien n'est absorbé par la peau, d'autres que tout est absorbé. Ces deux affirmations sont également fausses.

Tout le monde convient que l'eau, les substances liquides et les essences sont absorbées par la peau, facilement et rapidement. Mais, pour les corps solides, les divergences sont énormes, et on s'expliquerait difficilement qu'une question aussi simple ait donné lieu à tant d'erreurs, si l'on ne savait que ce sont précisément les questions les plus simples qui sont résolues avec le plus de peine et d'efforts.

Comme celle-ci est importante au point de vue pharmaceutique et médical, nous croyons utile de résumer ici ce qui a été fait dernièrement à ce sujet et de déduire la règle générale qui ressort des expériences. Elle sera pour le médecin et le pharmacien un guide sûr dans l'administration des substances médicamenteuses par la voie cutanée.

M. Roussin, professeur au Val-de-Grâce et qui a déjà introduit dans la science plus d'une expérience mal faite, a soutenu il y a quelques années que les iodures alcalins peuvent être absorbés par le tégument externe, à la condition d'être incorporés à un corps gras. Il s'appuyait sur ce que, après avoir pris des bains contenant une certaine quantité de ces sels, il n'avait constaté aucune absorption, tandis qu'en se frictionnant avec des pommades préparées avec ces mêmes sels, il avait reconnu l'iode dans ses urines. M. Roussin avait mis d'autre

part une chemise sèche, mais trempée auparavant dans une solution d'iodure de potassium, et dans ce cas encore il avait observé une absorption, mais il l'expliquait par la formation d'une véritable pommade d'iodure avec les matières grasses de la peau.

M. Rabuteau a réfuté de la façon la plus rigoureuse les conclusions de M. Roussin et toutes les conclusions analogues, en analysant les expériences avec un sens critique véritablement admirable. Il a remarqué en effet que lorsqu'on met une chemise imprégnée d'iodure de potassium aussi bien que lorsqu'on se frictionne avec une pommade iodurée, de l'iode est mis en liberté. Effectivement, la chemise qu'on porte dans l'un et l'autre cas bleuit par l'eau d'amidon. Dans l'un et l'autre cas, soit que l'iodure imprégne la chemise, soit que la peau soit recouverte de pommade, le sel est décomposé par l'ozone, par les acides de la sueur, et de l'iode libre est absorbé par la peau à l'état de vapeur. Le corps gras ne joue dans le phénomène absolument aucun rôle. La preuve, c'est qu'en se frictionnant avec des pommades contenant des brômures qui ne se décomposent pas aussi facilement que les iodures, il n'y a pas d'absorption. Si les brômures étaient absorbés, on trouverait du brôme dans les urines, tandis qu'on n'en trouve point. M. Rabuteau a constaté, d'ailleurs, qu'on ne trouve pas d'iode dans les excrétions après avoir séjourné pendant plus d'une heure dans un bain contenant 100 grammes ou 150 grammes d'iodure de potassium. Des expériences faites avec les bromures de potassium et de sodium lui ont fourni les mêmes résultats négatifs. Mais, ayant pris un bain dans lequel il avait mis une solution contenant 50 grammes de brômure de potassium et 5 grammes d'iode, il a reconnu facilement l'iode dans les urines et la salive. Ici encore, l'iode à l'état de vapeur avait été absorbé par la peau.

On sait d'ailleurs que beaucoup de substances très-dangereuses, mais non volatiles, telles que le bichlorure de mercure, la digitaline, etc., à l'état de dissolution dans un bain, n'exercent aucune action nuisible sur les personnes qui séjournent dans de pareils bains médicamenteux. Ce n'est qu'à la longue qu'il y a un commencement d'absorption, et encore celle-ci est-elle insignifiante. Les expériences de M. Rabuteau, que nous venons de citer, en sont une preuve. D'autre part, M. Hoffmann ayant pris, tous les trois jours, pendant six semaines, des bains contenant 50 grammes d'iodure de potassium, trouva, après le cinquième bain seulement, des traces d'iode dans son urine. D'un autre côté, ayant pris, en quarante-quatre jours, 16 bains contenant 250 grammes de poudre de digitale, il n'observa que vers le cinquième bain un ralentissement du pouls. Dans cette expérience, l'absorption paraît avoir eu lieu par une légère écorchure ou solution de continuité, car d'autres expérimentateurs, Reveil, Homolle, n'ont constaté aucune absorption en prenant des bains contenant de fortes proportions de feuilles de digitale ou de belladone. En tout cas, il est positif que quand l'absorption de ces substances fixes dissoutes dans l'eau a lieu, elle se fait dans des proportions infinitésimales et seulement quand la peau a eu le temps de se gonfler et de s'en imprégner peu à peu.

Tandis qu'un bain contenant une quantité considérable de sublimé corrosif ne provoque aucune action, les simples frictions avec l'onguent mercuriel déterminent, au contraire, une absorption considérable de mercure par la peau, laquelle absorption amène rapidement tous les symptômes de l'hydrargyrisme, salivation, etc. A quoi cela tient-il? Cela tient à ce que, tandis que le sublimé est un sel fixe, le mercure métallique est un corps volatil, répandant des vapeurs à toutes les températures, et par suite très-facilement absorbable lorsqu'il est appliqué sur la peau. Les expériences récentes de M. Merget ont mis dans une évidence nouvelle cette extraordinaire et subtile volatilité du mercure et fourni en même temps des moyens très délicats de reconnaître les plus petites quantités de ce métal. Un habile pharmacien des hôpitaux de Paris, M. Byasson, vient justement de faire des recherches sur ce sujet.

De ces expériences il faut conclure, et ceci est une règle générale, que *les substances volatiles sont toujours absorbées, immédiatement et notablement, par le tégument externe, à l'état de vapeur. Les substances fixes ne le sont qu'extrêmement peu et à la longue, mais lorsqu'elles donnent par décomposition, au contact de la peau, naissance à des corps volatils, ceux-ci sont tout de suite absorbés.* Le praticien qui aura cette loi présente à l'esprit est sûr de ne jamais se tromper dans les essais qu'il aura à entreprendre concernant l'absorption par le tégument externe.

De l'influence des eaux alcalines sur les calculs biliaires.

Par M. E. Ritter.

L'efficacité des eaux alcalines dans le traitement des coliques hépatiques est aujourd'hui hors de doute. Il y a cependant des cas où l'ingestion de ces eaux ne produit qu'une légère ou passagère diminution des douleurs, d'autres où elle reste sans action. A quoi tiennent ces différences? On peut concevoir *a priori* l'action des alcalis dans cette maladie de trois façons différentes. Ils peuvent dissoudre les calculs déjà formés ou modifier la composition de la bile de façon à y augmenter la proportion des principes qui peuvent dissoudre les calculs, ou enfin exercer une influence sur les causes qui déterminent une production surabondante de cholestérine. De ces trois manières d'agir quelle est la vraie? Sont-elles toutes trois possibles et dans quelles limites? Telles sont les questions que M. Ritter traite dans son Mémoire rempli de faits nouveaux, étudiés avec l'habileté et la précision qu'on connaît à ce savant chimiste.

M. Ritter a commencé d'abord par faire une étude complète des calculs biliaires. Dans l'espace de dix ans, il en a réuni plus de 6,000 dont les plus considérables pesaient de 12 à 14 grammes, et l'immense majorité moins de 1 décigramme. M. Ritter a divisé ces calculs en six classes. Ceux de la première sont formés presque entièrement de cholestérine. Ceux de la dernière n'en contiennent point. Les classes intermédiaires en renferment des proportions variables. La cholestérine y est mélangée à une proportion plus ou moins forte de sels, de matières colorantes de la bile (bilirubine, bilifuscine, biliprasine, bilihumine) et de substance organique azotée.

Les expériences faites par M. Ritter lui ont démontré que les alcalis attaquent les matières organiques et colorantes des calculs, mais n'attaquent point la cholestérine. On sait d'autre part que, sous l'influence de la médication alcaline, la bile devient plus alcaline. Il en résulte que les composés organiques des calculs à base de chaux ou de magnésie, qui sont insolubles, peuvent être transformés par la médication alcaline en combinaisons du même ordre à base de soude ou de potasse, qui sont solubles. Le calcul déjà formé pourra donc se désagréger petit à petit. Mais pour qu'une pareille action dissolvante puisse s'exercer, il faut que la matière colorante prédomine dans le calcul, surtout à la surface. Lorsque celui-ci est très-riche en cholestérine, il résiste à l'influence des alcalis.

M. Ritter croit pouvoir inférer, d'autre part, de ses expériences, que la diminution des sels de soude des acides biliaires et le changement de réaction de la bile amènent le dépôt des pigments calcaires insolubles. Or, ces dépôts amorphes jouent un grand rôle dans la formation des calculs vésicaux. Ils constituent dans la bile comme des centres de cristallisation autour desquels viennent s'agréger les matières colorantes et la cholestérine. L'emploi des alcalis est de nature à faire disparaître ces corps étrangers qui jouent le rôle de noyau, et même à les empêcher de se précipiter.

Les alcalis peuvent-ils enrayer la production de cholestérine dans l'économie? M. Ritter n'est pas encore en mesure de répondre catégoriquement à cette question. Il ne sait pas si la cholestérine doit être considérée comme un produit de la désassimilation de la substance nerveuse, ainsi que le prétend M. Flint, ou si elle est, au contraire, formée dans le sang, puis consécutivement déposée dans le cerveau et dans les nerfs. Dans la première théorie, les alcalis n'auraient pas d'action sur la production de la cholestérine. Dans la seconde, les alcalis employés à doses faibles pourraient à la longue empêcher la formation exagérée de ce principe. En attendant le résultat des recherches qu'il a entreprises touchant la manière dont varient la cholestérine et la graisse du sang sous l'influence des alcalis, M. Ritter cite un fait assez curieux. C'est dans les asiles d'aliénés qu'il s'est procuré les calculs les plus nombreux et les plus riches en cholestérine. Le repos, l'inactivité imposée à ces malheureux sont-ils la cause de ces dépôts, ou bien faut-il admettre que le système nerveux malade sécrète plus de cholestérine? Si la première hypothèse est vraie, on doit retrouver aussi chez les détenus une forte proportion de calculs. C'est à vérifier. M. Ritter fait remarquer toutefois que les coliques hépatiques sont plus fréquentes chez les femmes et en général chez les personnes qui mènent une vie sédentaire. Cela permettrait de croire que le repos est favorable à la production surabondante des matières calculeuses.

Recherches sur la chondrine.

Par MM. Moleschott et Rubini.

Berzelius avait réparti les substances histogéniques azotées en deux classes, l'une contenant les matières albuminoïdes dont la solution acidulée par l'acide acétique donne un précipité avec le ferricyanure de potassium, l'autre renfermant celles-ci, dans les mêmes circonstances, ne donne pas de précipité.

Ce caractère, sur lequel insistait Muller, possède une valeur absolue, quand on compare les corps albumineux à la gélatine; ainsi, la solution de cette dernière étant additionnée d'acide acétique ne donne pas de précipité avec le ferricyanure de potassium. Mais cette distinction ne s'applique pas à la chondrine, par la raison que cette substance, différente de la gélatine, est précipitée déjà par l'acide acétique. A ce sujet, MM. Moleschott et Rubini attirent l'attention sur un fait qui n'avait pas été mentionné jusqu'ici, savoir: que le précipité donné par l'acide acétique dans une solution limpide de chondrine se dissout facilement sous l'influence du ferricyanure et du ferrocyanure de potassium. Il en résulte que l'acide acétique, employé concurremment avec les cyanoferrures fournit des caractères excellents pour distinguer : 1° le groupe des corps albuminoïdes; 2° la gélatine; 3° la chondrine.

Les substances albuminoïdes se trouvant en solution acidulée par l'acide acétique sont précipitées par les deux cyanoferrures de potassium; une solution limpide de gélatine additionnée de ce même acide ne précipite point par ces réactifs, tandis que la chondrine, précipitée par l'acide acétique, se réduit par l'addition de l'un ou l'autre des ferrocyanures.

En ce qui concerne l'acide acétique, la plupart des auteurs affirment que ce même précipité acétique de la choudrine ne se redissout pas dans un excès d'acide. Mais, en 1853, MM. Robin et Verdeil avaient avancé que le précipité donné par l'acide acétique et par un certain nombre d'autres acides, tels que l'acide lactique, dans une solution de chondrine, se dissolvait dans un excès de ces mêmes acides. Or, c'est cette dernière proposition émise par MM. Robin et Verdeil qui est vraie. MM. Moleschott et Rubini se sont assurés que le précipite donné par l'acide acétique, dans une solution de chondrine, se dissolvait facilement dans un excès de cet acide, sinon à la température ordinaire, du moins à celle de l'ébullition.

Les auteurs ont reconnu que l'acide tartrique agissait encore mieux que l'acide acétique; ils ont vu en outre que les précipités obtenus se dissolvaient dans une solution de chondrine. La même observation s'applique aux troubles ou aux précipités donnes par l'alun, par les nitrates neutre et basique de plomb, les sulfates de cuivre et de sesquioxide de fer, les bichlorures de platine et de mercure, le protochlorure d'étain, le nitrate d'argent. En résumé, les précipités produits par les réactifs énumérés se dissolvent tous, non-seulement dans un excès de ces réactifs, mais plus ou moins facilement dans un excès de la solution aqueuse de chondrine. Pour observer ces effets, il faut se servir d'un précipité récent.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

Séance du 5 août. — Recherches sur la fermentation alcoolique, — sur les ferments appartenant au groupe de la diastase; par M. Dumas. — Il y a deux classes de ferments, les uns, dont la levûre de bière est le type, se perpétuent et se renouvellent quand ils ont à portée l'aliment dont ils ont besoin; les autres, qui ont pour type la diastase, se détruisent toujours quand ils exercent leur action. M. Dumas se renferme aujourd'hui dans l'étude d'un phénomène unique : l'action de la levûre de bière sur la dissolution de sucre candi pur, à la température de 25 degrés.

Comment rend-on compte de ce phénomène jusqu'ici? Quatre explications, dit l'auteur, ont été proposées : 1° la théorie physiologique qui en fait une conséquence de la vie des cellules de la levûre de bière et un résultat du fonctionnement de cet organisme; 2° la théorie qui, localisant le pouvoir destructeur du sucre, l'attribue au liquide que contiennent les cellules de

levûre et qu'elles laisseraient exsuder dans la liqueur sucrée; 3° la théorie de Berzelius, qui voit dans la fermentation une action de contact; 4° la théorie de Liebig, qui la considère comme une décomposition chimique produite par influence au moment où le ferment tombe en pourriture

Telles sont les questions fort importantes que M. Dumas a essayer de traiter expérimentalement et que l'on trouvera dans son mémoire que nous reproduisons *in extenso* dans cette livraison.

— Analyse de la lumière émise par les composés d'uranium phosphorescents; par M. Ed. Becquerel. — Un grand nombre de composés d'uranium jouissent de la propriété de présenter des effets de persistance d'impressions lumineuses, c'est-à-dire des phénomènes de phosphorescence d'une grande vivacité. L'analyse par réfraction de la lumière émise montre que ces substances offrent en général des bandes brillantes et obscures, disposées par groupes qui se reproduisent, avec la même apparence pour chaque substance, dans une certaine étendue du spectre lumineux.

Dans l'étude qu'il fait aujourd'hui de ce phénomène, l'auteur décrit la méthode qu'il faut suivre et passe en revue un grand nombre de sels d'urane, puis termine ainsi :

« Ainsi, tandis que par l'analyse spectrale on peut reconnaître la nature des éléments qui entrent dans la composition d'un gaz incandescent, on parvient au même résultat dans certains cas avec les solides et les liquides, au moyen des effets de phosphorescence qui sont liés à la constitution moléculaire des corps, en mettant en vibration les molécules, sans les séparer ni les décomposer.

Dans chaque substance simple ou composée, la position des bandes lumineuses et obscures de phosphorescence est fixe et déterminée, comme dans l'analyse spectrale par incandescence, mais il n'y a aucun rapport entre les lignes et les bandes observées dans ces deux ordres de phénomènes.

Bien que ce mode particulier d'analyse optique n'ait pas la généralité de l'analyse spectrale ordinaire, parce que tous les corps ne présentent pas des effets lumineux de phosphorescence développés au même degré et avec des caractères aussi tranchés qu'un grand nombre de combinaisons d'uranium, cependant, dans certaines circonstances, comme je l'ai déjà démontré pour les composés d'alumine, il peut donner des indications précieuses sur la nature et l'état moléculaire des corps. »

— De l'amélioration des vins par le chauffage; note de M. Pasteur. — J'ai l'honneur, dit le tenace académicien, de communiquer à l'Académie le procès-verbal de la dégustation de vingt-quatre sortes de vins naturels et des mêmes vins chauffés en bouteilles à des époques déjà éloignées.

Les résultats de cette dégustation intéresseront vivement les producteurs et les négociants en vins.

J'ai démontré, en 1864, que toutes les maladies habituelles des vins sont dues à des champignons microscopiques dont les germes trouvent dans ces liquides un milieu plus ou moins favorable à leur développement.

Guidé par mes expériences antérieures sur la résistance à l'influence de la chaleur des organismes microscopiques, résistance variable avec les espèces et la nature du milieu où elles vivent, je ne tardai pas à découvrir un moyen simple de tuer les germes dont il s'agit, et à prévenir, par suite, pour toujours, les maladies habituelles des vins. Ce procédé, affirmé déjà empiriquement, mais non démontré par Appert, et que Scheele, au siècle dernier, avait appliqué avec succès à la conservation du vinaigre, consiste à porter le vin, ne fût-ce qu'un instant, à une température suffisamment élevée; mais l'application de cette méthode de conservation laissait douteuse, à l'origine, une question capitale : quel serait le sort des vins, particulièrement des vins de qualité, pendant les années qui suivraient l'opération du chauffage? En assurant leur conservation indéfinie, ne compromettrait-on pas leur délicatessse et les qualités si recherchées que le temps leur donne, toutes les fois que les vins se conservent naturellement sans altération? L'expérience, et une expérience prolongée, pouvait seule répondre à ces doutes.

Dès 1865 et 1866, je disposai, à l'École normale, une cave d'expériences comparatives

dans laquelle sont placés côte à côte des vins communs et des grands vins, dont partie de chaque sorte n'a pas été chauffée, et le restant chauffé à des températures variables comprises entre 50 et 75 degrés. Déjà, en 1866 et 1869, plusieurs membres de la Commission syndicale des vins de Paris ont bien voulu se livrer à la dégustation comparée d'un grand nombre de ces échantillons, et j'ai communiqué antérieurement à l'Académie les résultats de ces comparaisons. Trois nouvelles années s'étant écoulées depuis la dernière dégustation, et la plupart de ces vins se trouvant en expérience depuis six et sept ans, j'ai dû recourir de nouveau à l'obligeance des membres de la Chambre syndicale. Pour ajouter, s'il était possible, à l'autorité de son jugement, notre illustre confrère, M. Chevreul, président de la Société centrale d'agriculture, a bien voulu, à ma demande, prier un certain nombre de membres de cette société de s'adjoindre à la Commission syndicale. Ce furent MM. Dumas, Barral, Bouchardat. M. Porlier, sous-directeur au ministère de l'agriculture, a également assisté à cette constatation. Les appréciations ont été faites au scrutin secret, dans la forme rigoureuse déjà indiquée au *Compte-rendu* d'une de nos séances, celle du 6 septembre 1869.

Il résulte du procès-verbal de la dégustation qu'on peut considérer la pratique du chauffage comme un puissant moyen, non-seulement de conservation, mais aussi d'amélioration des vins communs et des vins fins.

Il est démontré par une épreuve de six à sept années que, après une exposition rapide à une température comprise entre 55 et 65 degrés, les vins, même les plus fins, non-seulement n'éprouvent plus de maladies, mais en outre s'améliorent en prenant une qualité supérieure à celle que leur donne un vieillissement naturel, qui s'accomplit en dehors de toute maladie accidentelle.

Des personnes plus ou moins autorisées avaient déclaré que le chauffage enlèverait avec le temps de la couleur au vin. C'est le contraire qui est vrai, quand on opère à l'abri de l'air : la couleur s'avive par le chauffage. Elles avaient dit : le chauffage altérera, avec le temps, le bouquet des grands vins ; cette opération les fera sécher, vieillarder. Tout au contraire, le bouquet paraît s'exalter avec les années, et plus sûrement que si on ne les chauffe pas. Pour les Chambertin, notamment, et pour les Volnay, ce fait a été très-remarqué par les dégustateurs. On avait dit encore qu'il était nécessaire de chauffer à des températures basses et pendant de longs mois. Ce sont autant d'erreurs, témoin certains vins de la dégustation dont il s'agit, qui ont été chauffés rapidement à 60, 65 et même 75 degrés, quoiqu'il soit superflu de chauffer à des températures plus élevées, ne fût-ce que par économie.

Une précaution qui paraît utile et que j'ai indiquée depuis longtemps consiste à chauffer les vins plutôt jeunes que vieux, par exemple dans la première année pour les vins communs et à l'époque de la mise en bouteilles pour les vins fins.

Dans la présente note il ne s'agit que de vins chauffés en bouteilles. Pour le chauffage sur de grandes quantités de vin, j'ai insisté et j'insiste de nouveau sur la nécessité d'éviter, le plus possible, le contact de l'air. Il faut que dans les appareils dont on fait usage le vin soit le plus possible, avant, pendant et après le chauffage, dans les conditions du vin chauffé en bouteilles. Le contact de l'air peut altérer la couleur et développer un *goût de cuit*, généralement désagréable. Les insuccès que le chauffage en grand a pu présenter quelquefois tiennent à ce qu'on a négligé plus ou moins cette précaution.

Je termine en regrettant de n'avoir pas opéré sur les vins fins de la Gironde. Je savais qu'ils étaient en général de bonne conservation, et j'avais peu de relation avec ce grand centre de production ; mais aujourd'hui qu'on peut être conduit à chauffer les vins dans le seul but de les améliorer, il y a un grand intérêt à ce que je renouvelle mes essais sur les vins même les plus robustes. »

Suit le procès-verbal de dégustation signé de MM. Teissonnière, membre de la Chambre de commerce; Célérier, président de la Chambre syndicale; Brazier jeune, ex-membre de la Chambre syndicale; en présence et assistés de MM. Barral, Bouchardat, Dumas, membres délégués par la Société centrale d'agiculture; et Porlier, sous-directeur au ministère de l'agriculture.

— Sur la découverte d'une seconde météorite tombée le 23 juillet 1872 dans le canton de Saint-Amand (Loir-et-Cher); par M. DAUBRÉE.

— Races nègres; étude sur les Mincopies et sur la race négrito en général; par M. QUATREFAGES. — Les îles Andaman, situées en plein golfe du Bengale, sont habitées par une population que ses caractères physiques distinguent nettement des races humaines les plus voisines.

Au physique, les Andamiens ou Mincopies sont de vrais nègres, caractérisés par un teint très-noir et des cheveux laineux croissant par petites touffes; mais ils diffèrent des nègres d'Afrique et des Papouas de la Mélanaisie par plusieurs traits essentiels.

Leur stature s'élève très-rarement au-dessus de 1m.525; leur taille moyenne est tout au plus de 1m.436. Sous ce rapport, ils se placent entre les Lapons et les Boschismen, ceux-ci formant la plus petite race humaine connue jusqu'à ce jour. A cette petitesse de la taille, les Mincopies joignent des formes arrondies, des muscles peu saillants, si bien que rien dans leur extérieur n'annonce la vigueur remarquable, la résistance à la fatigue qu'ont reconnues chez eux tous ceux qui les ont visités.

La race négrito a été, à coup sûr, une des premières, très-probablement la première, à peupler les terres où nous la trouvons encore et bien d'autres d'où elle a disparu. Partout elle a été attaquée, partout elle a été vaincue par les races noires, jaunes et blanches venues après elle. Sur bien des points, elle a mêlé son sang à celui des vainqueurs. Elle n'a persisté à l'état de pureté, sur le continent, que dans quelques massifs montagneux; elle s'est conservée aux Andamans parce que l'absence du cocotier et quelques autres circonstances locales ont fait dédaigner cet archipel par des Malais; elle subsiste dans quelques autres îles, peut-être par des motifs analogues, peut-être aussi parce que le flot des migrations s'est tari avant d'arriver jusqu'à elle.

— Sur l'éruption solaire observée le 7 juillet et sur les phénomènes qui l'ont accompagnée; par le Père SECCHI.

— A propos du mémoire du Père SECCHI, M. QUATREFAGES s'exprime ainsi :

Si j'ai demandé à prendre la parole au sujet de la lettre si intéressante de notre éminent correspondant, ce n'est pas, on le comprend, pour parler du soleil. Mais le P. Secchi s'est occupé aussi d'analyser les lumières dues à ce qu'il appelle *la phosphorescence animale*. Or il me semble utile de faire remarquer que l'on a confondu sous ce nom des phénomènes très-différents et qui n'ont probablement de commun que la production d'une lumière plus ou moins vive. Il y a là, ce me semble, pour les personnes qui s'occupent d'analyse spectrale, un sujet d'étude qui n'est pas épuisé, malgré les recherches de M. Panceri et celles du Père Secchi.

Les observations déjà anciennes de Spallanzani et de Macaire, reprises avec tant de soin par Matteucci et par Becquerel, ont mis hors de doute que la lumière des Lampyres, des Elaters, etc., est due à une véritable combustion lente. Cette lumière s'éteint dans le vide, dans les gaz irrespirables; elle reparaît au contact de l'air; elle est sensiblement activée par la présence de l'oxygène pur; elle persiste dans les animaux morts et dans des tronçons d'animaux; enfin son dégagement est accompagné de production d'acide carbonique.

Dès 1843, je rattachais à ce mode de production de lumière la phosphorescence de certaines sécrétions ou exsudations, produites par divers animaux marins, et entre autres la phosphorescence des Pholades, si bien observée par M. Edwards.

Mais en même temps je montrais que certains invertébrés marins, des annelés, des rayonnés, produisent de la lumière d'une tout autre manière. Chez eux cette production a lieu dans les muscles, au moment de la contraction et par étincelles. J'ai repris cette question avec plus de détails en 1870, dans un travail assez étendu consacré à l'histoire des Noctiluques. J'ai montré que chez ces Rhizopodes la lumière se produit dans la trame contractile logée dans la cavité même du corps et complétement baignée par le liquide qui remplit cette cavité. Cette lumière se rattache bien évidemment à la contraction. Elle se manifeste souvent sous la forme d'une étincelle, mais on peut obtenir des éclats plus durables et permettant l'observation au microscope. On reconnaît alors que ce que l'on pouvait prendre pour une étincelle unique ou pour un point émettant une lumière fixe se résout en une multitude d'étincelles microscopiques, toujours passagères et instantanées. J'ai figuré l'aspect que présente un de ces points lumineux vu à un grossissement de 240 diamètres. M. Bouchard-

Chantereaux, qui voulait bien m'aider dans ces expériences, a pu vérifier à diverses reprises l'exactitude de ce dessin (*Annales des sciences naturelles*, 3e série, t. XIV, pl. 5).

Je me suis assuré par des expériences directes que l'acide carbonique n'éteint pas la lumière des Noctiluques, que l'oxygène ne l'avive pas; entre l'action de ces deux gaz, celle de l'air et celle de l'hydrogène, je n'ai pu remarquer aucune différence, ou plutôt aucun de ces gaz n'a exercé d'action appréciable.

Au contraire, les agents irritants, qui déterminaient la contraction de la trame intérieure, déterminaient aussi la production de lumière, de quelque nature qu'ils fussent.

Cette lumière, bien probablement indépendante de toute sécrétion et de toute action chimique, me semble mériter d'être étudiée par les procédés qui ont déjà donné de si beaux résultats. Les Noctiluques se prêteraient très-bien à ces recherches. En les réunissant dans un vase, en les traitant de diverses manières, ainsi que je l'ai indiqué dans mon travail, on obtient une lumière bien plus vive que celle d'un ver luisant. Sans reproduire ici les détails qu'on trouverait dans mon mémoire, je me bornerai à dire qu'un tube de 15 millimètres de diamètre, renfermant de l'eau assez chargée de Noctiluques pour que la masse de celles-ci représentât à peu près les deux tiers du liquide, agité vivement et posé sur le verre d'une montre, permettait de lire les chiffres assez fins tracés sur cadran.

— M. Edm. Becquerel fait observer que des recherches ont déjà été faites en vue d'analyser la lumière émise par les animaux et les végétaux phosphorescents, et que cette lumière n'a présenté que des images prismatiques continues, plus ou moins étendues, dénuées de raies brillantes ou obscures.

— Sur les surfaces orthogonales; par A. Cayley,

— Recherches sur la dissociation cristalline (suite); évaluation et répartition du travail dans les dissolutions salines (première partie); par MM. Favre et Valson.

— Sur les Dicotylédonés hétérogènes; par M. Th. Lestiboudois.

— M. Isidore Pierre fait hommage à l'Académie du tome Ier de la 5e édition de sa « *Chimie agricole.* »

— M. Planchon est nommé correspondant, pour la section de botanique, en remplacement de M. Lecoq. Une seconde place étant aussi vacante par la mort de M. H. Mohl, M. Weddel est nommé à son tour par un second tour de scrutin.

— Du dosage rapide de l'acide phosphorique, de la magnésie et de la chaux; par M. G. Ville. — L'auteur reproduit l'extrait textuel d'un brevet d'invention qu'il avait pris le 19 août 1871, sous le n° 84,300, afin de prendre date, dit-il, et l'accompagne de la description d'appareils brevetés également, et à l'aide desquels on hâte la filtration des précipités. Ces derniers appareils, que nous avons vus fonctionner, sont très-ingénieux et rendront des services aux chimistes.

— Sur le pouvoir décolorant de l'ozone concentré; par M. Houzeau. — L'auteur évalue à quarante fois plus fort le pouvoir décolorant de l'ozone sur celui du chlore. — Sans s'arrêter à ce nombre, qu'il ne donne d'ailleurs que sous toute réserve, le fait certain, c'est la puissance de décoloration de l'ozone à l'égard de l'indigo. Dans cette réaction, il se produit de l'eau oxygénée.

— Sur quelques dérivés du tétrachlorure de naphtaline; par E. Grimaux. — Quoique la naphtaline ait été l'objet de travaux nombreux et importants, ses produits d'addition sont encore peu étudiés, et l'on ne connaît à peu près que les chlorures de naphtaline décrits par Laurent, et les hydrures signalés par M. Berthelot. Il était à prévoir cependant que l'étude des composés d'addition de la naphtaline amènerait la découverte de corps intéressants, appartenant à des séries nouvelles; c'est ce que démontrent les nouvelles recherches de l'auteur.

— Sur un dépôt osseux, situé au pied du mont Dol (Ille-et-Vilaine); par M. Sirodot.

— Sur le développement des fibres musculaires situées chez les insectes; par Kunckel.

— Sur la forme embryonnaire des dragonneaux; par M. A. Villot.

— Sur une épidémie de scorbut, observée à l'hôpital militaire d'Ivry; par M. Leven.

— Formation des produits adventifs de l'œuf des plagiostomes; par M. Z. Gerbe.

— Sur une forme de cellules épidermiques qui paraît propre aux cypéracées ; par J. Duval Jouve.

— Sur un nouveau moyen de guérison de l'incontinence urinaire; par M. Hengott.

— Sur le volcan de Santorin; par M. Gorceix.

— Sur les vapeurs contenues dans la fumée de tabac; par P. Guyot.

Séance du 12 août. — M. le Président rappelle à l'Académie la perte douloureuse qu'elle a faite dans la personne de M. Delaunay, décédé à Cherbourg le 5 août, et se fait en quelques mots l'interprète des sentiments qu'inspire à l'Académie l'événement fatal et imprévu qui l'a si inopinément ravi à la science. Ses obsèques ont eu lieu le vendredi 9 août.

— Suite aux applications du nouveau théorème de mécanique générale à l'équilibre du gaz ; par M. Yvon-Villarceau.

— Recherches sur la dissociation cristalline (suite); par MM. P.-A. Favre et C.-A. Valson.

— Étoiles filantes des 9, 10 et 11 août 1872. Note communiquée, au nom des observateurs des diverses stations; par MM. Le Verrier et Wolf.

— Rapport sur un mémoire de M. Grand'Eury, intitulé : *Flore carbonifère du département de la Loire*; par M. Brongniart. — La flore de l'époque houillère, correspondant à la formation des grands dépôts de charbon que l'ancien monde nous a légués, est, sans aucun doute, la plus intéressante à étudier, car elle remonte jusqu'à l'origine du règne végétal; elle diffère profondément de la végétation qui couvre actuellement notre globe, et cependant elle paraît soumise aux mêmes lois générales d'organisation et se rattache, d'une manière plus ou moins directe, à quelques-unes des formes qui existent encore de nos jours, ainsi que le montrent les études, déjà si nombreuses, faites à ce sujet, et que le démontre encore plus complétement le grand travail de M. Grand'Eury. Après un long et consciencieux rapport, l'Académie vote, sur la demande des rapporteurs, l'insertion du mémoire dans le *Recueil des savants étrangers.*

— Rapport sur un mémoire présenté par M. Graeff ayant pour titre : *De l'action que la digue du Pinay exerce sur les crues de la Loire, à Roanne;* par M. le général Morin. — Voici les conclusions du rapport : L'analyse que nous venons de faire du nouveau mémoire de M. Graeff montre que, si la méthode simple d'observation, adoptée par l'auteur, exige du temps et de la persévérance, elle a, d'une autre part, l'avantage de conduire à des résultats certains, conformes à l'ensemble des faits, et qui peuvent servir de base à l'étude de graves questions que soulève le fléau des inondations.

Les applications que l'auteur en a faites ont été assez heureuses pour que son exemple soit imité par les ingénieurs ; et, en les portant à la connaissance du public, il aura fait faire à la science de l'hydraulique un progrès considérable et fécond.

Vos commissaires vous proposent, en conséquence, d'ordonner que le nouveau mémoire de M. Graeff sera, comme le précédent, imprimé dans le *Recueil des savants étrangers*, et que ses droits au prix fondé par feu Dalmont seront réservés.

— Vibrations des cordes et des verges dans les liquides; par M. E. Gripon.

— De très-mauvaises nouvelles sur les ravages que cause le *Phylloxera vastatrix* sont données à l'Académie.

— Suite des observations relatives à la présence du magnésium dans la chromosphère du soleil ; par M. Trachini.

— Mesure de l'intensité des courants au moyen de l'électromètre ; par M. E. Branty.

— Sur le partage d'une base entre plusieurs acides dans les dissolutions (acides monobasiques); par M. Berthelot.

— Sur la transformation de l'acide tartrique droit en acide racémique ; par M. E. Jungfleisch. — On a introduit dans un autoclave en acier forgé, émaillé à l'intérieur et éprouvé à une très-forte pression et du volume d'un litre, 650 grammes d'acide tartrique droit et 100 grammes d'eau, puis on l'a chauffé au bain d'huile. La température doit être ici portée plus haut que lorsqu'on opère dans des tubes chauffés de toutes parts : en maintenant la température à 180 degrés pendant quarante-huit heures, et en prenant soin de laisser échapper deux ou trois fois les gaz accumulés dans l'appareil, puis en traitant le produit par l'eau,

portant à l'ébullition, filtrant et évaporant au bain-marie, on obtient des cristaux d'acide racémique dont le poids est de plusieurs centaines de grammes.

L'acide racémique ainsi obtenu est identique avec celui que l'on extrait du tartre de certains vins.

— Sur les variations magnétiques pendant l'éclipse du 11 décembre 1871, à Trevandrum; par M. Broun.

Séance du 19 août. — MM. Jamin et Richard donnent la deuxième partie de leur mémoire sur les lois du refroidissement. Ils s'occupent aujourd'hui du « Pouvoir refroidissant des gaz. » Ils ont trouvé exactement la loi de Dulong et Petit, mais par un procédé entièrement différent, ce qui fait l'éloge des physiciens de notre époque.

— Sur l'action comparée de l'ozone sur le sulfate d'indigo et l'acide arsénieux; par MM. Arn. et P. Thénard. — « De quelle nature est l'ozone? Tel est le problème sur la solution duquel l'un de nous, à l'aide de ses nouveaux appareils, espère jeter quelque jour, et qui, en raison des emprunts que la physique, en une telle question, fait à la chimie, lui a fait aujourd'hui demander le concours de l'autre.

Voici les résultats de notre première étude :

A l'instar de l'hypermanganate de potasse et de bien d'autres corps, l'ozone décolore l'indigo et oxyde l'acide arsénieux; mais tandis que pour l'acide arsénieux la même quantité d'oxygène, de quelque source qu'elle provienne, est nécessaire, la proportion à l'égard de l'indigo restant encore la même pour l'hypermanganate de potasse et les autres oxydants, se réduit à un tiers pour l'ozone.

En sorte que l'ozone décolore trois fois plus d'indigo que la loi des équivalents ne le donnait à prévoir.

Comme nous l'avons déjà fait pressentir, cette réaction s'exécute en deux temps bien marqués : tandis, en effet, qu'elle est presque instantanée au premier, et que les deux tiers de l'indigo disparaissent ainsi, elle est très-lente au second et met plusieurs heures à s'achever.

Tel est le fait qui domine dans ce travail; nous allons maintenant le préciser en donnant les détails de nos expériences; peut-être les trouvera-t-on un peu longs et trop circonstanciés; mais la délicatesse du sujet et l'incrédulité de beaucoup de savants à l'égard de l'ozone commandaient de ne pas les ménager. »

Suit le détail des manipulations nombreuses pour lesquelles les auteurs se plaisent à rendre hommage au dévouement de leurs élèves et collaborateurs, et en particulier à « MM. David et Delaney, dont l'intelligence vraiment scientifique nous a été, disent-ils, d'un grand secours au milieu de ces expériences délicates et parfois malsaines. »

Toujours les collaborateurs intelligents, toujours les *jeunes gens* aidant les anciens et *opérant eux-mêmes*, signalés, il est vrai, au bataillon et cités dans l'ordre du jour; mais une pareille mention est si vite oubliée, quand on est inconnu surtout, qu'elle coûte peu à ceux qui la font. Ne les en remercions pas moins, car il y a des savants qui gardent tout pour eux.

— Examen des météorites tombées le 20 juillet 1872, à Lancé et à Aultron; par M. Daubrée.

— Un mémoire de M. Max. Marie sur la série de Taylor.

— Sur l'action que la silice et quelques acides analogues exercent à haute température sur le carbonate de soude; par M. Mallard.

— De l'emploi combiné de la morphine et du chloroforme pendant les opérations chirurgicales. Nouveau mode d'administration de cet agent par M. Demarquay. — L'auteur trouve que c'est toujours une chose grave de soumettre l'organisme à un double empoisonnement; aussi, malgré le succès qu'il a obtenu de l'emploi de l'opium associé au chloroforme, il juge prudent d'abandonner ce mode de faire et préfère perfectionner le mode d'administration du chloroforme.

Au lieu de verser le chloroforme sur une compresse, sur de la charpie ou sur une éponge, ou d'employer un appareil plus compliqué, M. Demarquay se sert d'appareils faits en flanelle

et ayant la forme d'un masque. Le chloroforme, contenu dans une bouteille graduée, est versé goutte à goutte sur l'appareil; l'évaporation du chloroforme est continue, le malade le respire sans effort; souvent la période d'agitation disparaît, et le malade s'endort doucement.

— M. le secrétaire perpétuel donne lecture d'un article du testament de feu M. le *maréchal Vaillant*, faisant don à l'Académie d'une somme de 40,000 francs, pour la fondation d'un prix. Le maréchal laisse l'Académie entièrement libre du choix du sujet et de la somme à y consacrer, en le rendant annuel ou autrement. — L'abbé Moigno, qui, dans *les Mondes*, a tant flatté et encensé le maréchal, paraît avoir été oublié dans les largesses du testateur.

— Sur l'*aimant*. — Note de M. Trève, présentée par M. Faye.

— Sur la compressibilité de l'hydrogène et de l'air à des températures élevées, par M. Amagat.

— Sur le partage d'une base entre plusieurs acides dans les dissolutions. Acides bibasiques; par M. Berthelot.

— De l'aptitude de certains gaz à acquérir, sous l'influence de l'électricité, des propriétés actives persistantes; par M. Chabrier. — L'auteur a appliqué depuis quelques mois à divers gaz, et en les modifiant légèrement, les procédés récemment étudiés pour la production de l'oxygène actif au moyen de l'effluve électrique. Il a opéré d'abord sur l'hydrogène et a remarqué que ce gaz est susceptible d'acquérir, sous l'influence de l'électricité, des propriétés actives; que ces propriétés persistent pendant un certain temps qui paraît du reste fort court.

Ces propriétés se manifestent, entre autres effets, par la combinaison de l'hydrogène électrisé avec l'azote atmosphérique, par la réduction de l'oxyde d'argent nouvellement préparé, et, à ce qu'il semble, par l'alliage d'une partie de l'hydrogène actif avec le métal réduit, cet alliage paraissant liquide, très-peu stable et susceptible de rocher, lorsque l'action de l'hydrogène vient à cesser.

L'auteur décrit les expériences à l'appui.

— Sur la reproduction du pyroxène et du péridot; par M. Lechartier.

— Recherches expérimentales sur l'influence que les changements dans la pression barométrique exercent sur les phénomènes de la vie; par M. P. Bert. — Sixième note. Toujours même intérêt dans ces notes qui gagneraient à être publiées en un seul mémoire.

— Recherches comparatives sur l'absorption des gaz par le sang. Dosage de l'hémoglobine; par M. Gréhant. — L'auteur s'est demandé d'abord si le sang artériel pris dans l'artère carotide contenait autant d'oxygène qu'il en peut absorber; ou bien le sang, en traversant les poumons, absorbe-t-il tout le volume d'oxygène que le même sang agité longtemps dans un flacon d'oxygène pourrait prendre? Des nombreuses expériences de M. Gréhant on peut déduire que le sang de l'artère carotide, ou le sang qui vient des poumons, ne contient pas toute la quantité d'oxygène qu'il pourrait renfermer; le rapport est de 16/26; il dépend évidemment de la rapidité du cours du sang à travers les poumons; il doit dépendre aussi de l'état de santé ou de maladie de ces organes, et les différences individuelles doivent être très-grandes.

De ces faits découlent plusieurs conséquences, et surtout celle-ci : c'est qu'il doit être très-utile chez l'homme atteint d'une affection thoracique aiguë ou chronique de faire exécuter des inhalations d'oxygène pur ou additionné d'air, mais avec intermittence et précaution, pour ne pas mettre brusquement les éléments anatomiques en présence d'oxygène pur. On doit retirer également, et c'est ce qui a déjà été constaté, d'excellents effets de l'action de l'oxygène dans les cas d'empoisonnement par l'oxyde de carbone; il faut donner aux globules du sang encore intacts le moyen de se charger d'oxygène le plus possible.

L'auteur termine sa note par un moyen de dosage de l'hémoglobine. M. le docteur Picard a contribué à ces expériences qui ont été faites dans le laboratoire de M. Claude Bernard, au Muséum d'histoire naturelle.

— Application du métamorphisme météorique à l'étude de la croûte noire des météorites grises; par M. Stanislas Meunier.

— M. Tellier adresse une note sur la sursaturation de l'eau ordinaire. — D'après l'auteur, l'eau ordinaire peut être amenée, sans se congeler, à 3 ou 4 degrés au-dessous de zéro, dans

un vase de verre; on peut l'agiter vivement sans qu'elle se solidifie : cependant une secousse très-brusque détermine souvent la congélation. La moindre parcelle de givre ou de glace, tombant dans le liquide provoque immédiatement la production d'aiguilles de glace qui se propagent dans la masse, et en même temps la température remonte à zéro. Ces phénomènes sont tout à fait analogues à ceux que présentent les solutions sursaturées.

— Aurore boréale blanche observée à la Baumette, près Angers, le 8 août 1872; par M. A. Cheux.

— M. J. Guérin réclame avec une certaine brutalité à propos d'une note de M. Dieulafoy, sur l'aspiration des liquides pathologiques. « Cette méthode, dit-il, présentée comme nouvelle, n'est autre, dans ses instruments comme dans ses applications, que celle qui a été créée et vulgarisée par moi, il y a plus de trente ans, sous le titre de *méthode sous-cutanée*, » etc., etc.

— L'Académie a décidé dans son comité secret que la séance publique, qui devait avoir lieu le lundi 2 septembre, serait renvoyée au lundi 25 novembre prochain. — On sait que c'est dans cette séance que doivent être donnés les prix qui correspondent aux années 1870 et 1871.

FAITS DIVERS.

Les arsenaux chinois.

L'arsenal de Fou-tchou-fou, construit par M. Prosper Giquel pour le compte du gouvernement chinois, est un énorme édifice qui couvre à lui seul près de 7 hectares, sans compter les cours et les dépendances. Il emploie près de 2,600 personnes, y compris les Européens. On y a déjà lancé six navires à vapeur, jaugeant de 500 à 1,200 tonneaux, et dont les machines et le gréement avaient été fabriqués en entier par des ouvriers chinois. Des écoles sont annexées à l'établissement. Les cours relatifs à l'art de la construction se font en français, ceux qui ont rapport à la navigation se font en anglais; l'école des arts et métiers, où les jeunes gens étudient les mathématiques, la mécanique et le dessin, est fréquentée par 130 élèves.

Emploi industriel de l'ozone en Amérique. — Destruction du goût empyreumatique du whisky. — Fabrication du vinaigre.

Paris, 26 août 1872.

Monsieur,

J'ai l'honneur de vous adresser une note que je vous prie de vouloir bien insérer dans votre journal, si toutefois vous la jugez digne de fixer l'attention de vos lecteurs. Cette note a un rapport direct avec la communication de M. Houzeau, faite dans la séance du 15 juillet 1872, et ayant trait à l'acétification de l'alcool en présence de l'ozone. (Voir notre numéro d'août, p. 667.)

En décembre 1869 j'ai monté à Boston, une usine, pour l'application de l'ozone au whisky, fabriqué soit avec l'orge, soit avec le maïs, pour lui enlever le goût empyreumatique. Les résultats furent surprenants, car l'huile volatile disparut après un simple contact avec l'ozone, et au bout de vingt minutes il était égal à du whisky de dix années.

L'usine commença à fonctionner en grand le 10 juillet 1870, et cet établissement traite 300 barils de 40 gallons par six jours de travail.

Vers le mois de février 1871, le docteur Ely de White-Plains, près de New-York, me demanda si je ne pensais pas qu'en prolongeant l'action de l'ozone sur le whisky on puisse arriver à l'acétification pour la fabrication du vinaigre radical. J'ai fait quelques expériences sans succès ; mais en ajoutant de l'eau au whisky de maïs et en le traitant de la même façon et presque dans le même temps, j'ai obtenu la transformation complète en vinaigre. Le meilleur résultat fut obtenu en ajoutant au whisky marquant le degré de vente aux États-Unis sept fois son poids d'eau.

Le 20 avril 1871, l'usine de White-Plains commença à fabriquer par ce moyen 30 barils de vinaigre par jour appliqué immédiatement à la fabrication des « Pickles ».

Lorsque j'ai quitté New-York, en janvier 1872, la fabrique était en pleine prospérité, et la production s'était élevée à 90 barils de 40 gallons par jour.

J'ai l'honneur, Monsieur, de vous prier d'agréer mes salutations les plus respectueuses.

C. Wideman,
15, rue de Trévise.

Encore une lettre qui nous prouve combien nous nous laissons distancer par l'étranger.

Proskau, le 29 août 1872.

Mon cher docteur,

. . . .

« Aujourd'hui je suis à 250 lieues de vous, à *Proskau*; vous me direz : connais pas, ce qui ne m'étonnera nullement, en votre qualité de Parisien. Donc cet endroit est situé dans la haute Silésie, à quelques lieues de la frontière polonaise. C'est ici qu'habite depuis un an ma fille Emma, et son mari est professeur à l'Académie agricole établie céant. Cette Académie est un vaste établissement; tout ce qui est relatif à la petite et grande culture y est représenté jusque dans ses plus petits détails : horticulture, arboriculture, sylvestriculture, élève de toutes les espèces animales y relatives comme bœufs, vaches, moutons, chèvres, abeilles, etc.

Il y a de plus deux amphithéâtres à 200 places, trois laboratoires pour chimie théorique, chimie végétale et chimie animale, une vaste distillerie, une fabrique de sucre, une brasserie modèle, un musée renfermant collection minérale, botanique agricole, instruments aratoires, etc., etc. Bibliothèque de 6,000 volumes, dans laquelle se trouve une collection de votre *Moniteur scientifique* que l'on ne trouve dans aucune bibliothèque publique en France.

Le bâtiment principal est un ancien château de seigneur, plus dix-huit autres bâtiments appropriés chacun à son usage particulier, puis quatre grandes fermes sur une surface de 2 lieues. La surface totale des terres dépendant de l'Académie est de 5,000 hectares de forêts magnifiques et 4,000 hectares de terres arables, etc. Chez nous on ne se fait guère une idée d'une pareille propriété. Il y a à l'Académie seize professeurs ordinaires et huit suppléants.

Mon gendre est professeur d'économie sociale. Depuis que je me trouve ici en vacances, nous faisons avec mon gendre des excursions dans le voisinage où il y a beaucoup d'industries. Hier nous sommes allés dans la localité des fours à chaux, que j'ai pu visiter dans tous ses détails; sur un rayon de trois quarts de lieues de long, il y a 118 fours qui travaillent de continue; par quatre ouvertures on retire la chaux vive à fleur du sol, et à mesure que la masse intérieure s'affaisse, on comble de nouveau par le haut par couches alternatives de houille et de pierres. Le travail d'un four ne s'arrête que quand la maçonnerie tombe en ruines, ce qui dure neuf ou dix ans. J'ai vu déjà en Angleterre et en France ce même système de fours, mais c'étaient des pygmées à côté de ceux-ci, qui ont de 35 à 40 pieds de haut sur 15 à 18 pieds de diamètre. Le produit journalier de ces fours dépasse 300 tonnes d'excellente chaux vive. La contrée est riche aussi en fabrique de porcelaines et faïence, mais ces produits sont bien loin des produits français et anglais. — Voilà ce que je vous dirai de plus intéressant sur Proskau, dont la population se compose de 400 Allemands et de 1,500 Polonais. »

Votre bon ami,
Gerber-Keller.

Erratum. — Une faute typographique a été introduite dans la *Revue des inventions nouvelles* de la 367e livraison, juillet 1872, p. 572. La formule de la poudre de mines de M. Robaudi doit être ainsi rectifiée :

Azotate de potasse	40.90
Azotate de soude	20.00
Soufre	15.00
Chlorure de sodium	5.00
Houille	5.00
Matières ligneuses	15.00
	100.00

24597 Paris. — Typographie de RENOU et MAULDE, rue de Rivoli, 144.

LIBERTÉ. — ÉGALITÉ. — FRATERNITÉ.

LE MONITEUR SCIENTIFIQUE-QUESNEVILLE.

JOURNAL DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES.

Avec un Bulletin médical et de pharmacie.

LA SANTÉ ET L'HYGIÈNE.

JOURNAL MENSUEL.

ABONNEMENTS : **20** fr. par an FRANCO pour la France, **25** fr. pour l'étranger et **30** fr. pour pays d'outre-mer. — Chaque livraison : **2** francs.

On s'abonne chez M. le docteur QUESNEVILLE, rue de Buci, 12, à Paris.

370e Livraison. OCTOBRE. Année 1872.

SOMMAIRE.

Pages

Différence entre la nourriture animale et la végétale. — Rôle, dans l'économie, des sels alimentaires et des condiments ; par M. Voit, de Munich. Traduit par M. E. Dubois 787

Sur les bases de l'opium; par M. O. Hesse. — Mémoire complet traduit par M. A. Guerout 806

Académie des sciences 829

SÉANCE DU 26 AOUT. — Détermination des actions mutuelles de Jupiter et de Saturne ; par M. Le Verrier. — Sur l'action exercée, à la température rouge, par le charbon et par le fer sur l'acide carbonique ; par M. Dumas. — Nouvelles petites planètes. — Nouvelles études propioniques de M. J. Pierre et R. Pechot. — Expériences nouvelles sur les générations spontanées ; par M. Donné. — Sur l'ozone et l'eau oxygénée ; par M. F. Leblanc. — Emploi industriel de l'ozone en Amérique. — Action du sulfate de cuivre sur l'urine normale ; par M. Ramon de Luna. — Sur la noctilucine ; par M. Phipson ; etc., etc 829

SÉANCE DU 2 SEPTEMBRE. — La médaille de M. Chevreul pour célébrer ses quatre-vingt-six ans. — Sur le rôle de la photographie dans l'observation du passage de Vénus ; par M. Faye. — Sur la détermination du zéro des thermomètres ; par M. C. Tellier. — Sur la combustion spontanée d'une poutre, sous l'action de la chaleur seule ; par M. Collet ; etc., etc 832

SÉANCE DU 9 SEPTEMBRE. — Séance trimestrielle de l'Institut pour le 25 octobre. — Résultats produits par l'insolation sur diverses espèces de verre ; par M. Th. Gaffield. — Sur une nouvelle espèce de concrétions urinaires du bœuf ; par M. G. Roster. — Sur la constitution de l'essaim d'étoiles filantes d'août ; par M. Tarry. — Sur les habitudes du *Phylloxera vastatrix*. Action des amers à essayer contre le *Phylloxera* ; etc. 834

SÉANCE DU 16 SEPTEMBRE. — Conditions d'équilibre et nature probable des anneaux de Saturne ; par M. Hirne. — Observations nouvelles sur le *Phylloxera;* par M. L. Faucon. — Du traitement du choléra par l'administration, coup sur coup, d'énormes quantités de boisson aqueuse ; par M. le docteur A. Netter ; etc., etc.... 836

Sur la fabrication du verre; par M. E. Siegwart 839

Sur la conversion de l'aniline en toluidine; par M. A.-W. Hofmann .. 849

Pages
Nouveau réactif pour déceler le sang; son emploi en chimie légale; par M. E.-L. Sonnenschein........ 850
Sur une nouvelle espèce de concrétions urinaires (lithurate de magnésie) rencontrée dans l'espèce bovine; par M. le docteur G. Roster (de Florence), 852
Fabrication en grand du thallium; par M. Max Chaffner............... 854
Recherche de la lithine dans les eaux minérales; par M. Frédéric Wurtz........ 855
Sur les chlorures de soufre; par MM. A. Hubner et A. Guerout........... 856
Sur un mode de dosage du cuivre par le cyanure de potassium; par M. de Lafollye........ 857
Nouveau procédé d'extraction des métaux précieux contenus dans les pyrites cuivreuses; par M. Frédéric Claudet........ 858
Préparation de l'alcool au moyen de la sciure de bois; par M. Zetterlund........ 860
Traitement de la constipation; par les docteurs anglais........ 861
Au confrère des *Mondes*........ 863
Publications nouvelles........ 864

PUBLICATIONS NOUVELLES.

Études sur le vin, ses maladies, causes qui les provoquent. Procédés nouveaux pour le conserver et pour le vieillir; par M. L. Pasteur, membre de l'Institut et de la Société royale de Londres. — Deuxième édition, remaniée et considérablement augmentée, principalement en ce qui concerne les appareils sur le chauffage des vins. — Paris, 1872. Un volume grand in-8° de 320 pages, avec 32 planches imprimées en couleur et 25 gravures dans le texte, dont 15 représentant les appareils nouveaux sur le chauffage des vins. — Prix : 18 francs. Chez Savy, libraire, rue Hautefeuille, n° 24.

La première édition de cet ouvrage a paru en 1866. Deux années après, elle était épuisée. Les occupations nombreuses de l'auteur et la guerre de 1870-1871 ont retardé jusqu'à ce jour l'édition qui paraît aujourd'hui et qui est attendue avec une vive impatience. On trouvera dans cette édition quelques additions importantes: la description des nombreux appareils imaginés par l'industrie pour appliquer le procéde de chauffage préalable du vin, dans le but d'en assurer la conservation; la constatation des résultats obtenus par cette application et par quelques autres que l'auteur avait déduites de ses premières études et l'influence du chauffage sur l'amélioration des vins.

Cette édition ne le cède en rien, pour la perfection, à celle que l'Imprimerie impériale avait exécutée en 1866. Les belles planches en couleur et tous les clichés de l'ancienne édition se retrouvent dans celle-ci; quant aux nouvelles planches, elles sont tout aussi pures que celles de la première édition, et M. Savy doit être particulièrement félicité pour cette publication, qui fait le plus grand honneur à sa capacité comme éditeur.

Méthodes chimiques servant à déterminer la valeur commerciale des matières grasses, glycérines, savons, cires, etc. — Recherches des falsifications; par MM. Dalican et Ferdinand Jean, chimistes. — 1 petit volume in-18 de 72 pages. Prix : 3 francs. — Au bureau du *Moniteur scientifique*, rue de Buci, 12, et chez M. Dalican, rue du Faubourg-Saint-Denis, 157. Paris.

Sommaire. — Titrage des suifs. — Détermination du rendement. — Suifs d'os. – Petits suifs. — Huile de palme, de coco. — Recherches de la paraffine dans les bougies stéariques. — Glycérine. — Essai. — Recherche des falsifications. — Essai et analyse des savons. — Nouveau procédé de titragé. — Nouveau procédé de dosage de la résine. — Cire. — Essai. — Falsifications, etc.

DIFFÉRENCE ENTRE LA NOURRITURE ANIMALE ET LA VÉGÉTALE (1).

ROLE DANS L'ÉCONOMIE DES SELS ALIMENTAIRES ET DES CONDIMENTS (2).

(Mémoire de M. Voit, professeur à l'Université de Munich, sur les principaux résultats de recherches faites dans son laboratoire par MM. les docteurs E. Bischoff, J. Forster, Fr. Hofmann, et l'étudiant Ad. Meyer. — Extrait des *Comptes-rendus de l'Académie des sciences de Munich*, 1869, II, liv. IV, p. 483.)

Mes recherches expérimentales sur le rôle de l'albumine, de la gélatine, des graisses et des hydro-carbures dans l'alimentation une fois terminées, je me proposai d'étudier dans le même esprit l'action des sels alimentaires et des condiments.

Liebig avait, par ses travaux chimiques sur les matières des aliments, du corps et des excrétions, par l'exposé fait à grands traits des phénomènes de la nutrition, déblayé le sol et jeté les fondements de l'œuvre ; il s'agissait de la continuer, et c'est sur ce terrain conquis par les idées fécondes de mon devancier que je m'étais placé au début de mes recherches. Aucune des sciences humaines n'est définitivement close : si donc ce que Liebig a formulé autrefois à l'aide des connaissances acquises n'est pas resté tout entier inébranlable, aux yeux de quiconque est initié à la marche du progrès dans les sciences, cela n'amoindrit pas le mérite du maître; c'est un pas de plus fait dans la voie qu'il a tracée. Encore aujourd'hui le sujet que j'aborde se rattache en partie aux vues de Liebig. On sait que la nourriture animale et la végétale contiennent en principe les mêmes substances : des albuminoïdes, des graisses, des carbures d'hydrogène, de l'eau et des sels alimentaires, mais l'utilisation des matériaux diffère beaucoup de l'une à l'autre, car, tandis qu'un carnivore, ne consommant que suffisamment de la première, rend une quantité insignifiante de matières fécales, déjà parvenue au rectum au bout de dix-huit heures au plus, l'herbivore, au contraire, abondamment nourri de la seconde, en excrète toujours une portion notable qui n'a pas servi, bien que le chyme reste souvent une semaine entière dans l'intestin. Rapportés au même poids de 100 kilogrammes, par exemple, un chien nourri de viande et en quantité suffisante rend journellement environ 30 grammes de matières solides, un homme 50 grammes pour une nourriture mixte, un bœuf 600.

Qu'on n'aille pas en conclure que les excréments d'origine végétale ne renferment que des matières impropres à la digestion, car s'il est vrai, comme l'ont prouvé Henneberg et Stohmann, que l'intestin ne digère pas du tout le ligneux, les substances corticales ou cuticulaires, cependant la plus grande partie des matières fécales consiste en cellulose propre d'ailleurs à la digestion, en albuminoïdes, graisses et amidon en excès, etc. Toute substance non digérée dans l'intestin n'est pas par cela même indigestible; il ne faudrait, pour qu'elle fût digérée en partie, que le temps et les sucs nécessaires.

Abstraction faite des matières indigestibles, la différence dans la quantité des excréments repose surtout sur la forme et le mode de mélange des matériaux ingérés. Emprisonnés qu'ils sont chez les plantes dans une enveloppe de cellulose plus ou moins dure, ces matériaux sont d'un accès difficile; il faut que les albuminoïdes, les graisses, l'amidon, etc., soient pompés peu à peu, ou que l'enveloppe, difficile à digérer, se dissolve auparavant pour livrer passage ; aussi la digestion des végétaux exige-t-elle un intestin beaucoup plus long et plus compliqué, et malgré cela sort-il souvent du corps jusqu'à un tiers de la nourriture inutilisé. Mais cette raison, bien que la principale d'ordinaire, chez les animaux, surtout chez ceux qui consomment des portions de végétaux inaltérées, n'est pas la seule qui rende compte de

(1) Lire, à ce propos, le mémoire de Liebig sur la force musculaire (*Moniteur scientifique*, décembre 1871 et janvier 1872.)

(2) L'auteur entend par ce terme *toute chose ou toute substance stimulant le système nerveux d'une façon agréable ou utile*. Après avoir hésité entre les mots *condiment* et *stimulant*, il finit par maintenir, faute de mieux, la dénomination reçue dans sa langue et presque intraduisible dans la nôtre, de (*moyen de jouissance*), dénomination dont notre expression (*article de comfort*) ne saurait rendre le sens si général et si complexe. (*Le traducteur*, EUGÈNE DUBOIS.)

cette masse d'excréments, car on retrouve le même phénomène lorsque l'animal se nourrit de pain ou d'autres substances débarrassées de leur enveloppe primitive et ne contenant rien d'absolument indigestible, ou bien lorsqu'il consomme certains principes très-simples du règne végétal. Le volume de la nourriture végétale surpasse en général celui de l'animale, circonstance qui contribue à accroître la proportion des excréments sans être la cause exclusive de cette augmentation, puisqu'on voit des hommes ou des chiens rendre peu de matières fécales après avoir mangé beaucoup de viande, en rendre beaucoup au contraire après avoir consommé du pain sec ou frais de poids et de volume moindres.

Comme l'intestin de l'homme et du carnivore tirent aussi du règne végétal des matériaux nutritifs qu'il absorbe, tels qu'albuminoïdes, graisses, et même les carbures d'hydrogène, excepté celui d'entre eux si difficile à dissoudre, que l'on appelle cellulose, nous pouvons, par l'emploi d'aliments isolés, rechercher expérimentalement pour quelle raison, en dehors de la résistance qu'offre la paroi de cellulose à la succion des matières alibiles dans le végétal non déformé, une partie de la nouriture végétale sort non digérée de l'intestin; en effet, l'intestin de l'homme et du carnivore fonctionne comme celui de l'herbivore, seulement ses sucs digestifs ne peuvent dissoudre la cellulose telle qu'elle est ingérée habituellement; ce n'est que dans les légumes, racines et fruits encore tendres que ces sucs peuvent pomper les matériaux alibiles qu'elle enveloppe. En retour, l'herbivore prépare avec la paille ou le foin, dont nous ne pouvons digérer la cellulose, notre nourriture à venir.

Les albuminoïdes, d'origine animale ou végétale, donnent toujours peu d'excréments. Si on y ajoute un excès de graisse, le poids des excréments augmente, vu l'élimination simultanée d'un peu de graisse, mais ce n'est que par un excès de cette substance que l'augmentation devient appréciable. Ajoute-t-on du sucre aux albuminoïdes, et même autant que possible, on ne trouve, à moins de diarrhée, bien entendu, que très-peu de matières fécales, et dans ces matières il n'y a pas trace de sucre. Les choses se passent tout autrement lorsqu'on ajoute de la fécule préparée, non emprisonnée dans la cellulose et transformée préalablement en empois.

Voici à ce sujet d'intéressantes recherches faites par M. l'étudiant Adolphe Meyer, d'Oldemburg. Pendant neuf jours de suite un chien nourri avec 1,000 grammes de pain (équivalant à 536 grammes de sec), rendit journellement 70 grammes d'excréments secs ; puis il reçut 377 grammes de viande et 184 de graisse qui, respectivement, représentent une quantité équivalente d'albumine et l'équivalent respiratoire de la fécule du pain (2.4 : 1). Les matières fécales descendirent à 25 grammes dont 5 de graisse, et ne renfermaient plus en tout que 0.97 d'azote au lieu de 2gr.45 donnés précédemment par la consommation du pain; ce qui prouvait une assimilation d'albumine plus grande. Afin de montrer que, parmi les matières du pain, c'est exclusivement à l'amidon qu'est dû l'excès de poids des excréments, Meyer remplaça l'albumine et l'amidon du pain par des quantités équivalentes de viande et de fécule pure de pomme de terre, transformée en empois et cuite sous forme de gâteau : le tout faisait par conséquent 377 grammes de viande et 522 de fécule. Il trouva 68 grammes d'excréments par jour ; c'était juste autant que dans l'expérience faite avec le pain seul, mais cette fois ces 68 grammes renfermaient moins d'azote ; ce dernier résultat tient à ce que l'albumine, moins dissimulée dans la viande que dans le pain par d'autres substances, s'utilise alors plus facilement, et il a été confirmé par les expériences du docteur E. Bischoff : un mélange de 302 grammes de viande avec 354 grammes de fécule donna lieu à une absorption d'azote plus considérable que 800 grammes de pain, qui renfermaient cependant autant d'albumine. On voit nettement que de tous les principes immédiats alimentaires c'est l'amidon qui, chez l'homme et les carnivores, rend les matières fécales le plus abondantes et fait qu'elles sont expulsées deux fois par jour, tandis que pour une alimentation végétale elles restent au moins quatre jours dans l'intestin.

Si l'organisme ne reçoit dans les aliments que la quantité d'amidon strictement nécessaire pour, à l'aide de l'albumine, des sels et de l'eau, rendre les humeurs capables de réparer les pertes du corps, une partie de cet amidon est éliminée sous forme d'excréments, et par suite les matériaux absorbés ne suffisent pas à l'entretien du corps. Enfin, si la proportion d'amidon ingéré augmentant, l'absorption devient plus grande et maintient le corps dans

son état normal, des substances, d'ailleurs utilisables, sont alors éliminées avec les excréments, ce qui est un grand mal et une grande dépense de matériaux consommés en pure perte. Est-il possible d'éviter chez l'herbivore à qui on donne de la cellulose cette dépense de substances utiles perdues dans les excréments, en d'autres termes, est-il possible de faire mieux utiliser la nourriture dans l'intestin? C'est une question que je ne veux pas approfondir ici, malgré les données fournies par les expériences précédentes : je me borne à demander pourquoi les aliments amylacés produisent tant de matières fécales? Si on connaissait le mal, peut-être pourrait-on y porter remède ; le docteur Bischoff répond que comme la fécule, avant d'être absorbée, doit se convertir en sucre et par suite ne passe pas dans le sang aussi vite que celui-ci, elle se décompose dans l'intestin. En effet, les excréments ont une réaction fortement acide, et renferment, d'après Bischoff, des acides organiques en quantité, et surtout de l'acide butyrique: aussi, Pettenkoffer et moi avons-nous trouvé principalement du gaz des marais et de l'hydrogène dans les gaz de la respiration d'un animal nourri d'amidon, et constate-t-on surtout chez l'herbivore un dégagement de gaz dans l'intestin. C'est probablement cette décomposition avec formation d'acide qui, en provoquant le mouvement vermiculaire de l'intestin, produit la rapide expulsion du chyme amylacé, car autrement l'amidon, par un long séjour dans l'intestin, ne devrait-il pas se transformer tout entier en sucre ou en matières solubles dans l'eau? Ces dévoiements, si difficiles à arrêter chez les petits enfants, sont certainement le résultat fréquent de cette décomposition de la fécule dans l'intestin.

Beaucoup d'autres encore influencent d'une façon semblable le mouvement de l'intestin, provoquent la prompte évacuation des aliments et par là diminuent considérablement les effets nutritifs. Mon préparateur, le docteur Franz Hofmann, a observé que si à la nourriture de l'homme, à de la viande par exemple, on ajoute de la cellulose, les excréments laissés d'ordinaire par la viande seule deviennent beaucoup plus abondants, vu l'action exercée sur les parois de l'intestin par la cellulose. D'autres substances, celles dites laxatives, par exemple, peuvent produire des effets exactement pareils ; de même pour un brusque refroidissement des parois du ventre, comme il est facile de s'en assurer. D'après les expériences du docteur Ad. Meyer, un homme à qui on donne du pain de froment de tout grain évacue promptement à cause de la cellulose indigestible contenue dans cet aliment, et la quantité des excréments devient infiniment plus grande que d'habitude. Panum avait déjà signalé ce dernier fait et prouvé qu'il correspondait à une production d'urée moins considérable. C'est le pain de froment blanc qui donne lieu au minimum de matières fécales. La proportion d'eau contenue dans les excréments nous donne déjà des indications sur le temps de leur séjour dans l'intestin et sur le degré de l'absorption qui a eu lieu. La petite quantité d'excréments que rend le carnivore ne renferme que des traces de viande expulsée sans avoir subi d'altération, et 50 pour 100 de matières solides ; celle plus considérable que rend l'animal nourri de pain contient journellement 23 pour 100 de matières solides et beaucoup de pain inaltéré.

Peut-être serait-il possible d'enrayer par un moyen quelconque cette décomposition et de retarder la sortie des substances amylacées, qui entraînent avec elles d'autres matières qu'elles emprisonnent, telles que des albuminoïdes, par exemple.

Il semble naturel d'attribuer cette décomposition au levain que l'on mélange avec le pain, mais il n'en est rien, car la consommation d'un pain qui n'en contient pas, ou d'un gâteau d'amidon cuit, donne lieu au même excès de matières fécales.

Peut-être encore cet exès est-il dû à l'absence de sels nutritifs, ce qui rendrait incomplète la digestion du pain; mais nous avons ajouté des sels sans pouvoir obtenir de meilleurs résultats. M. Meyer a vu qu'en mangeant lui-même du pain cuit avec des sels alimentaires, d'après les données de Horsford, il rendait autant d'excréments qu'avec le pain ordinaire. Plus tard, le docteur Bischoff a montré, par des expériences faites sur un chien à l'instigation de Liebig, que l'addition au pain d'extrait de viande ou d'un mélange de cet extrait avec le sel marin ne change en rien les faits énoncés : même poids d'excréments, même action sur l'intestin. Mais comme on pouvait objecter que le fait prouvé pour un carnivore ne l'est pas d'une manière générale, le docteur Franz Hofmann soumit un homme au régime suivant :

d'abord pommes de terre, pois et pain; en second lieu, addition d'extrait de viande aux mêmes aliments. Il trouva en matières fécales, par jour : 1° 116 grammes, 2° 109 grammes. MM. Edwards et Balzac prétendent que des chiens, qui périssent lorsqu'on les nourrit de pain blanc, se soutiennent avec une nourriture composée de bouillon et de pain blanc. Ou ces messieurs s'abusent, ou bien le bouillon contenait aussi de la gélatine ou de l'albumine. L'absence des sels dans la nourriture n'empêche pas le moins du monde l'absorption dans l'intestin ni même la transformation de l'albumine dans l'économie : c'est ce que d'autres expériences mettront en évidence. Suivant Haubner, une faible addition de pois aux pommes de terre qu'on donne à des moutons diminue considérablement ou réduit à zéro la fécule qu'on trouve ordinairement en grande quantité dans leurs excréments; résultat qui, d'après ce qui précède, ne pouvait provenir du peu de sel que renferment les pois, mais peut-être était dû à leur albumine. Nous pensâmes alors que l'albumine ou de la viande, ajoutée au pain, aiderait à l'absorption dans l'intestin et diminuerait ainsi la quantité des excréments. A cet effet, d'une part, le docteur Bischoff nourrit un chien avec 800 grammes de pain et 100 grammes de viande et trouva autant de matières fécales, autant de pain inutilisé. M. Meyer, d'autre part, fit des expérience qui donnèrent :

Pour 1000 grammes de pain,			70 grammes d'excréments secs par jour.			
— 1000	—	et 100 grammes de viande,	66	—	—	—
— 1000	—	et 300 — —	175	—	—	—

Tous les moyens employés pour favoriser la réaction de l'intestin dans l'alimentation de l'homme ou du chien par du pain, des pommes de terre ou un autre végétal, ou bien pour empêcher la décomposition de la fécule demeurèrent infructueux. Le docteur Hofmann a prouvé, par une série d'expériences faites sur l'homme, que c'est à cause d'une absorption incomplète dans l'intestin et à cause de l'excès des excréments que la nourriture végétale doit être plus abondante, alors même que les matériaux qu'elle apporte peuvent être absorbés. Un homme que l'on nourrissait avec 1000 grammes de pommes de terre, 207 grammes de lentilles, 40 grammes de pain et de bière rendait sur $14^{gr}.7$ d'azote représentés par ces aliments, 7 grammes par les urines, $6^{gr}.9$ par les excréments secs pesant 116 grammes. C'était pour 100 grammes de nourriture supposée sèche, 47 grammes d'azote et 24 grammes d'excréments secs; soumis au régime animal, de 390 grammes de viande et de 126 grammes de graisse, ce qui lui restituait l'azote et la fécule en équivalents plastique et respiratoire, il ne rendait plus que $28^{gr}.3$ d'excréments par jour, renfermant $2^{gr}.6$ d'azote, tandis que son urine en contenait $14^{gr}.2$. Ainsi, étant donné la même quantité d'albumine dans la nourriture animale et la végétale, il s'était absorbé dans l'intestin deux fois plus d'albumine de la première nourriture que de la seconde. Dans une autre expérience, 800 grammes de viande par jour ne produisirent que 27 grammes de matières fécales sèches.

C'est la manière dont l'intestin absorbe leurs matériaux qui constitue la différence essentielle entre la nourriture animale et la végétale. Celle-ci est caractérisée par la présence de carbures d'hydrogène qui, à l'état de cellulose, sont insolubles pour n'importe quel organisme, et, à l'état d'amidon, se décomposent rapidement et provoquent de promptes évacuations; quelque corps que nous ayons ajouté, nous n'avons pu faire disparaître cette différence caractéristique entre les deux nourritures; il ne faut donc pas dire que $2^{gr}.4$ de fécule équivalent, nutritivement parlant, à 1 gramme de graisse, car il s'absorbe de la première quantité beaucoup moins que de la seconde, et même dans l'économie ces quantités ne s'équivalent pas dans leur action sur la transformation de l'albumine ou sur la fixation de l'oxygène.

Ainsi, dans le calcul comparé des frais d'alimentation entre nécessairement en ligne de compte la perte des matériaux inutilisés du règne végétal, car, par exemple, dans les expériences d'Hofmann, faites sur l'homme, sur 100 d'azote il en sortait 47 d'inutilisés. C'est donc avec raison que nous payons un certain poids de nourriture végétale moins cher que son équivalent nutritif brut de nourriture animale, tant à cause de la masse plus grande des excréments qu'elle produit qu'à cause du travail mécanique qu'elle occasionne, travail que nous aimons mieux souvent faire faire aux herbivores pour qu'un jour ils nous servent eux-mêmes de nourriture.

Les aliments animaux ne produisent que très-peu d'excréments; presque tout passe dans la masse des humeurs; aussi les recherches faites sur les décompositions qui ont lieu dans le corps des carnivores sont-elles incomparablement plus simples à faire et à interpréter. Dans l'alimentation végétale, au contraire, il faut ingérer une quantité d'aliments supérieure à celle qui suffirait, à n'en juger que par la masse absolue des matériaux alibiles. A poids égal d'albumine consommée, il s'absorbera moins de ce principe des aliments végétaux que des animaux. Chez l'herbivore et chez l'homme, le degré d'utilisation de la nourriture est un facteur important de sa valeur nutritive; la question étudiée pour l'herbivore n'a été qu'effleurée pour l'homme. M. Hofmann s'en occupe en ce moment pour l'homme et étudie l'action tant des différents principes immédiats alimentaires que des substances alimentaires proprement dites.

Le pain, les pommes de terre, le riz, le maïs, etc., ne peuvent servir que rarement de nourriture aux herbivores et à l'homme, qui ne peuvent guère y trouver assez de matières alibiles pour se maintenir dans un état prospère, et qui, même en supposant ce cas favorable, en perdent trop par les excréments. Une addition d'albumine végétale ou animale à ces substances les rend suffisamment nutritives; elles sont par conséquent trop pauvres en albumine, mais assez riches en amidon.

Si, d'après Bischoff, 800 grammes de pain ne peuvent tout seuls nourrir un chien, ils le feront complétement par l'addition de 100 grammes de viande; celle de toute autre substance, de sels, par exemple, ne conduirait pas aux mêmes résultats. Fournit-on sous forme de viande l'albumine du pain qui ne suffisait pas; sous forme de fécule, les matières non azotées, le corps emprunte à la viande, qui la lui cède facilement, l'albumine dont il a besoin pour se nourrir. Chez le carnivore et chez l'homme, l'emploi de la graisse à la place de la fécule favorise cette absorption d'albumine incomparablement plus. (Hofmann, Meyer.)

Il n'est pas rare de voir les herbivores dépasser la dose normale de leur nourriture, et cela pour y trouver l'albumine dont ils ont besoin; c'est ce qui rend si avantageuse l'addition de matières riches en azote à leur alimentation ordinaire, en permettant de diminuer la ration de leurs aliments si pauvres en azote, si riches en amidon, et dont une partie se consomme en pure perte. A cet ordre de faits appartient l'expérience si remarquable due à Behr et Ritthausen : ayant ajouté à la nourriture de vaches laitières une quantité de pommes de terre qui représentait jusqu'aux deux tiers de la valeur nutritive en foin de leur ration habituelle, ils remarquèrent que si on faisait préalablement fermenter la fécule de ce légume avec de la levûre et qu'on ne prît que le résidu demi-liquide de la fermentation pour le mêler aux matières azotées, on obtenait un rendement en lait plus considérable : ainsi, l'amidon n'était là qu'à l'état de masse inerte, de lest, pour ainsi dire, renfermant l'azote utile, il est vrai, mais en occasionnant aussi une grande perte par la voie des excréments.

Il en est de même pour l'homme : il lui arrive souvent de consommer une énorme quantité de végétaux pauvres en azote pour en tirer l'albumine dont il a besoin : c'est un vrai gaspillage et l'on sait la masse d'excréments qu'il rend alors. Liebig a déjà dit qu'à l'aspect seul des amas d'immondices derrière les haies, on peut reconnaître le voisinage d'un pays où l'on mange le Pumpernickel (gros pain bis de Westphalie). D'après Buckle, un ouvrier irlandais consomme en moyenne 9 livres anglaises de pommes de terre, soit 4 kilogrammes par jour, lourde besogne pour l'intestin et dont peu sont capables. Cette masse renferme 3,200 grammes d'eau, 70 grammes d'albumine sèche et 725 de matières non azotées, c'est-à-dire beaucoup trop de celles-ci et pas assez d'albumine, même sans tenir compte de ce que les excréments en entraînent. Aussi, malgré cette masse de pommes de terre, le corps ne peut-il rendre de grands services et offre-t-il peu de résistance aux maladies, en raison de l'extrême humidité des organes. Le riz produit des effets tout à fait semblables. D'après Salvator Tommasi, les fermiers des champs de riz de la haute Italie, qui se nourrissent bien, atteignent un âge avancé, mais le journalier, dont le riz constitue le seul aliment, meurt avant le temps de maladies de langueur. Aux Indes-Orientales, le riz est aussi le principal aliment des indigènes, mais on y ajoute toujours des substances plus azotées. Les ouvriers natifs de l'Italie septentrionale, que l'on occupe chez nous aux travaux de chemin de fer, mangent toujours du fromage, outre le maïs, qui est leur nourriture de fond; d'autres

peuples se nourrissent de hareng et de pommes de terre à la fois : tous faits qui s'accordent avec ce que l'expérience a montré pour ce chien qu'un régime de 800 grammes de pain ou d'un mélange de 800 grammes de pain avec de l'extrait de viande avait réduit à l'extrémité, qui, vers la fin, était même sujet à de violentes convulsions, et qui se rétablit complétement avec une nourriture composée de 800 grammes de pain et de 100 de viande.

La science possède à cet égard, depuis l'an 1789, la série des intéressantes expériences que William Stark fit sur lui-même dans des conditions variées d'alimentation. Après avoir vécu quarante-deux jours de 556 à 849 grammes de pain et de 900 à 1,800 grammes d'eau, il pesait 17 livres de moins; un régime de 736 à 962 de pain par jour avec 113 à 226 de sucre et 900 à 1,300 d'eau, suivi pendant vingt-huit jours, lui fit perdre 3 livres de son poids, mais 849 de pain avec 1,800 de lait et 1,300 d'eau lui en firent regagner.

On voit, par ces données, qu'être mis au pain et à l'eau constitue une punition grave; et effectivement, dans le Danemark, une condamnation à quatre semaines de ce régime allait de pair avec la peine de mort, car il était extrêmement rare que le condamné en réchappât.

Je n'entends pas naturellement désapprouver l'emploi des végétaux dans l'alimentation de l'homme ; loin de là, seulement ils doivent contenir, sous une forme utilisable, les matériaux de nutrition les plus capables de conserver au corps sa force et sa santé. Donc, si je ne suis pas partisan d'une consommation exagérée ou exclusive de la pomme de terre, du pain, du riz, du maïs, ce n'est pas en tant que substances provenant du règne végétal, mais comme renfermant trop peu d'albumine, laquelle peut, jusqu'à un certain point, être remplacée par des végétaux riches en azote.

De tous les aliments, c'est la viande qui cède l'albumine avec le plus de facilité, vérité qui ressort à l'évidence des expériences précitées ; elles démontrent que tandis que 800 grammes de pain sont impuissants à conserver au corps sa masse normale d'albumine, une quantité de viande équivalente en albumine à 800 grammes de pain avec addition de fécule équivalente aussi, vient rétablir l'équilibre de la nutrition ; ce n'est pas tout ; il est très-important d'avoir, dans l'économie, un réservoir d'albumine en circulation, surtout pour les travaux fatigants. C'est la viande ajoutée copieusement à nos repas qui nous fournit le plus vite et le mieux cette accumulation de matériaux disponibles. Chez les végétaux, même les mieux partagés, ce sont les parties non azotées qui prédominent ; de là leur pauvreté relative en albumine, et par suite leur infériorité. A cause du trop grand volume de la fécule, on en remplacera avantageusement une partie par des graisses animales ou végétales. Je ne nie pas la possibilité de se nourrir avec des aliments exclusivement végétaux, je prétends seulement que, dans beaucoup de cas, l'addition de viande est le moyen préférable, sinon le seul, d'atteindre le but. Atteindre son but, et par le meilleur moyen, telle doit être la règle de nos actions ; loin de nous cette répugnance mal fondée pour la chair d'un animal dont la composition élémentaire est la même, en somme, que celle des végétaux qui sont aussi des êtres organisés.

Si, après avoir tenu compte des matériaux sortis par les excréments, nous examinons ce qu'il en passe dans les liquides de l'économie, là encore nous pourrons signaler des différences entre les deux nourritures. Jusqu'à présent on n'a pas, tant s'en faut, distingué assez nettement ce qui se passe dans l'intestin pendant l'absorption, des réactions qui ont lieu après dans tout le reste du corps. Qualitativement, les matières que nous offrent les liquides diffèrent peu. Que l'on consomme une nourriture animale ou végétale, ce sont les mêmes corps albuminoïdes qui se trouvent dans le sang et dans les organes. Les deux règnes fournissent les mêmes sels alimentaires; aux deux règnes sont empruntés la graisse et le sucre, et, s'il y a une différence, c'est surtout dans les substances dites extractives. Quantitativement, les produits de l'absorption de matières végétales se distinguent de ceux dus à l'autre alimentation en ce que : 1° ils renferment moins d'albumine, à côté de substances non azotées qui prédominent ; 2° en ce que, parmi ces dernières, le sucre se rencontre plus fréquemment que la graisse.

On a prêté aux sels des propriétés toutes particulières ; on leur attribuait la différence entre les deux alimentations, et, surtout après les dernières expériences de Kemmerich,

l'action du bouillon et de l'extrait de viande. Pour bien nous rendre compte du rôle que jouent ces sels dans l'économie, cherchons à déterminer rigoureusement, d'une part le degré de leurs qualités nutritives, c'est-à-dire quelle quantité on doit consommer de ces sels pour empêcher le corps d'en perdre de son propre fonds; d'autre part, quel excès il en faut ingérer pour cela.

On sait, et ce sont les analyses de Liebig et de ses disciples qui nous ont frayé la voie, que certains sels sont unis intimement dans le corps avec d'autres substances dont ils sont les éléments constituants. Dans toutes les parties organisées de l'économie, nous trouvons de la potasse combinée principalement à l'acide phosphorique, et dans le sérum, des sels de soude. Les cendres des organes ne varient en qualité et en quantité que dans des limites étroites.

Sans les sels dont il a besoin, nul organe ne se forme, nulle glande non plus ne sécrète de liquide, puisque toutes les sécrétions contiennent certains sels le plus souvent caractéristiques; ils ont dans le corps des attributions bien déterminées : autant de vérités mises hors de doute; mais combien faut-il consommer de sel pour renouveler et maintenir la quantité normale des sels de l'économie? nous n'en savons rien encore, malgré l'importance capitale du sujet pour l'alimentation. Aussi, faute de données certaines, me suis-je contenté, jusqu'à présent, dans mes écrits sur l'alimentation, de dire que les sels sont indispensables à la conservation du corps, à l'accomplissement de ses fonctions, et d'admettre que dans mes expériences ils avaient été consommés en quantité suffisante. On sait combien l'organisme exige d'albumine, de graisse, de carbures, d'hydrogène, d'eau ou d'oxygène; on sait les effets d'une consommation plus ou moins grande de ces corps, mais on n'a point la moindre idée du temps pendant lequel un animal peut supporter la privation des sels, de ce qui arrive lorsqu'on en supprime l'emploi. Ici encore, l'expérience directe peut seule nous apprendre quelque chose et nous donner une idée claire de l'importance des sels alimentaires dans la nutrition et de la quantité qu'il en faut.

Magendie a fait, à ce sujet, des recherches dont les résultats, toujours cités jusqu'ici, sont toujours diversement interprétés. A propos de la discussion qui s'éleva sur l'importance de la gélatine dans l'alimentation, les membres de la commission nommée par l'Académie française ayant nourri des chiens avec de la fibrine, les virent maigrir, puis s'éteindre en offrant tous les caractères de la mort par inanition. On en a conclu que c'était faute de sels alimentaires qu'ils étaient morts. Que cette circonstance y ait contribué, c'est possible, mais peut-être aussi ces animaux auraient-ils pu supporter beaucoup plus longtemps cette privation, et sont-ils morts pour avoir manqué d'autres substances. Voici une expérience de Magendie qui donne beaucoup à réfléchir : des animaux qu'il nourrissait de fromage, de pain blanc de froment, d'œufs, etc., moururent de faim, et cependant cette nourriture renfermait des sels. De plus, j'ai déjà fait remarquer, dans une autre circonstance, que les animaux à qui M. Magendie, d'une part, MM. Tiedemann et Gmelin, de l'autre, donnaient des principes immédiats ou des substances alimentaires très-simples, recevaient une nourriture beaucoup trop insuffisante et devaient fatalement mourir de faim. Magendie rapporte que les chiens avaient obstinément refusé de l'albumine cuite ou naturelle et que plus tard ils s'étaient habitués à la fibrine, dont ils mangeaient de 800 à 1,000 grammes. 800 à 1,000 grammes de substance, c'est beaucoup, je l'avoue (il est vrai qu'on ne nous parle pas du poids des chiens, du degré d'humidité ou de sécheresse de la fibrine), mais enfin, cela ne prouve pas d'une manière certaine que ces animaux soient morts faute de sels alimentaires. Car, en eût-on ajouté à la ration de fibrine, ils auraient péri, vu l'état de faiblesse où ils se trouvaient. En expliquant le rôle, dans l'économie, de la graisse et des hydro-carbures, j'ai déjà dit qu'un animal qui a perdu sa graisse par suite d'une nourriture insuffisante ne pouvait se rétablir par l'emploi tout seul des albuminoïdes et des sels nécessaires, l'assimilation de la viande exigeant de la graisse ou des carbures d'hydrogène; j'ajoutais que des animaux amaigris qu'on soumet au régime prolongé et exclusif de la viande, décomposent de plus en plus d'albumine et finissent, pour se soutenir dans cet état misérable, à consommer plus d'albumine qu'ils n'en ont besoin. C'est ce que l'on peut observer chez les chiens atteints d'une fistule biliaire, dont le corps n'absorbe plus de graisse et que l'on nourrit de viande seule.

C'est pour la même raison que les chiens nourris par Magendie de fibrine exclusivement, devaient nécessairement mourir de faim, et que nous ignorons jusqu'à quel point l'absence des sels alimentaires a influé sur ce résultat.

Avant que, par des recherches approfondies, nous eussions acquis des idées justes sur l'influence de chacun des sels en particulier, il était tout naturel d'interpréter comme on l'a fait les expériences de Magendie. Plus tard on étudia les modifications profondes dues au manque de ces sels et qui rendent la vie impossible. Outre le rôle qu'ils jouent dans la reconstruction des parties organisées, on leur attribuait une importance capitale dans l'acte de la digestion, dans l'absorption des autres matériaux nutritifs par l'intestin et dans la décomposition de ces mêmes substances : opinion qui reposait sur ce fait expérimental que les animaux se laissent souvent mourir de faim plutôt que de manger des aliments dépourvus de sels.

On admettait donc que les aliments privés de sels, par exemple, la viande épuisée par l'ébullition, des carbures d'hydrogène ou de la graisse purs n'étaient pas digestibles ; on n'avait point fait de recherches sur la possibilité ou l'impossibilité de digérer les albuminoïdes sans addition de sels, mais l'on savait que des hydro-carbures, des graisses, de la gélatine s'absorbent dans l'intestin en grande quantité, et même en quantité égale, qu'il y ait ou qu'il n'y ait pas de sel. Des aliments que l'animal refuse ne sont pas pour cela impropres à la digestion : j'ai eu des chiens qui refusaient obstinément le pain, mais j'en ai vu d'autres aussi qui persistaient à ne pas vouloir de viande crue et ne la mangeaient que cuite. Le chien de Magendie, au contraire, mangeait à la fin de 800 à 1,000 grammes de fibrine par jour et l'on ne dit pas que sa digestion fût complètement nulle. Panum et Huiberg aussi ont nourri des chiens tantôt avec du gluten pur extrait au moyen de lavages de la farine de froment, tantôt avec de l'albumine du sang purifiée, accompagnée ou non de graisse et de fécule, et ils ont vu la quantité d'urée s'accroître proportionnellement à la consommation des albuminoïdes. L'addition de sels, de l'extrait de viande, par exemple, au pain ou à d'autres éléments végétaux ne change pas le degré d'absorption dans l'intestin. Dans les expériences faites par le docteur Forster, et sur lesquelles je reviendrai plus tard avec quelque détail, qu'il y eût ou qu'il n'y eût pas de sels dans la nourriture, il s'absorbait la même quantité d'albumine, de graisse ou de carbures d'hydrogène. Les chiens de Kimmerich mangèrent longtemps du bouilli additionné uniquement de sel marin ; ce mélange manquait cependant des autres sels nécessaires à la nutrition. Si les animaux refusent des aliments non salins, ce n'est pas parce qu'ils sont indigestibles, mais parce qu'ils ne flattent pas leur palais, ou peut-être qu'ils sont impropres à la digestion. On a hasardé l'opinion que les animaux refusent peut-être une nourriture non saline parce que, tout en passant dans les liquides de l'économie, ils ne contribuent pas à la nutrition ; sans les sels, disait-on, les substances albuminoïdes n'ont pas de vertu plastique, les carbures d'hydrogène et les graisses n'entretiennent pas la respiration. Cette hypothèse n'a pas un caractère de généralité, car elle est en contradiction avec les expériences faites sur la respiration par Pettenkofer et moi, et établissant que, malgré l'absence des sels, les carbures d'hydrogène et les graisses, une fois passés dans le sang, subissent la combustion ordinaire en se transformant en acide carbonique et en eau, et que la gélatine sans sel se décompose complétement.

Il y a longtemps que je me proposais d'étudier le rôle que jouent les sels dans la nutrition, jusqu'à quel degré ils sont indispensables, combien de temps peut vivre un animal qui en est privé, et quels phénomènes apparaissent alors : telles sont les questions fondamentales sans la solution desquelles il est impossible de rien affirmer sur l'action des sels. Déjà, depuis le commencement de l'année 1868, je m'étais fait mettre de côté les résidus provenant de la préparation de l'extrait de viande faite ici, à Munich, chez le pharmacien de la Cour, mais ce n'est qu'au commencement de cette année qu'on a pu commencer les expériences, parce que la consommation du produit indigène avait beaucoup baissé à l'époque et que j'avais besoin d'un assez fort approvisionnement. Pendant que nous étions occupés à ces expériences, Kemmerich fit paraître son remarquable travail où il traite deux questions essentiellement différentes de celles que nous nous étions posées ; mais, comme ce travail touche à notre sujet en beaucoup de points, nous devons en donner un rapide aperçu :

Kemmerich part de l'hypothèse de Liebig, à savoir que, pour être nutritif, le bouilli doit renfermer les substances dont le bouillon est composé; mais comme, d'après ses expériences, les propriétés du bouillon viennent des sels de potasse qu'il contient, il en conclut que c'est l'absence de ceux-ci qui rend le bouilli impropre à la nutrition et chercha à le corriger par l'addition de sels. Effectivement, ayant préparé du bouilli au moyen de trois ébullitions et l'ayant additionné tout humide d'un mélange artificiel composé des sels du bouillon et de sel marin, il put en nourrir exclusivement pendant trois mois deux chiens âgés de six semaines, qui le mangeaient avec avidité, et dont le poids s'accrut notablement. Il essaya à plusieurs reprises de nourrir des chiens avec du bouilli dépourvu du mélange salin, mais ces animaux, même pressés par la faim, le refusèrent constamment.

Il fit une autre fois deux expériences parallèles sur deux chiens âgés de six semaines : l'un fut nourri avec le bouilli additionné du mélange salin, l'autre avec du bouilli assaisonné de sel marin seulement. Au bout de vingt-six jours, différence bien tranchée dans l'état des animaux. Le premier pèse plus que l'autre, est fort et éveillé; le second a bien augmenté quelque peu de poids, mais il est dans un état déplorable; c'est à peine s'il peut marcher; presque toujours couché dans un coin, il reste là, apathique et insensible à tout. Son œil est morne et sans éclat, son corps paraît amaigri; il ne prend sa nourriture qu'avec peine et répugnance.

Le premier trouvait, dans l'abondance de ses aliments, des matériaux à s'assimiler, si l'on peut traduire ainsi l'augmentation de son poids; l'autre ne s'assimilait rien, du moins il conservait le même poids. La ration des deux n'était-elle que juste, ni l'un ni l'autre n'augmentait de poids. Si du poids du corps on veut conclure à sa substance même (point délicat), ces expériences prouvent que le sel tout seul, ajouté au bouilli, suffit pour en faire absorber et décomposer les matériaux, car l'animal soumis à ce régime est resté vingt-six jours sans perdre de son poids, et l'expérimentateur n'a pu découvrir le moindre changement dans les facultés digestives ou dans les excrétions. Ainsi, c'est à l'action des autres sels qu'il faut rapporter la différence signalée entre les deux chiens dans leur manière d'être, leur air et leur poids, différence qui s'explique aisément lorsqu'il y a assimilation, non pas d'eau ou de graisse, mais d'albuminoïdes. Qui dit substance du corps suppose nécessairement la présence de tous les sels qui concourent à la constituer, et ces sels manquaient à l'un des animaux.

Pour s'assurer que l'augmentation de poids dépendait bien des sels, Kemmerich renversa l'expérience : le chien qui n'avait eu d'abord que le sel marin reçut le mélange salin complet, et réciproquement; tous deux reçurent, du reste, la même quantité de bouilli. Le premier augmenta de poids bien plus, il est vrai, que ne l'avait fait précédemment l'autre, mais le poids de l'autre s'accrut aussi de 530 grammes en trente-deux jours.

En présence de ces résultats on peut se demander si le corps, après qu'il a acquis un certain développement, ne pourrait pas, par l'addition de sel marin seulement, assimiler de l'azote pendant quelque temps; cette fixation, toutefois, à en juger par les modifications de poids, paraîtrait se faire moins bien qu'avec le mélange salin complet. Remarquons bien que, pour une même quantité d'albumine, les transformations moléculaires qui ont lieu chez le même animal ou d'un animal à l'autre diffèrent beaucoup, suivant le plus ou moins d'albumine et de graisse que le corps renferme déjà; que l'absence des matières non azotées est défavorable à l'assimilation, et qu'un animal médiocrement gras ne pourra se soutenir indéfiniment avec la nourriture la plus richement pourvue d'albuminoïdes et de sels alimentaires, si elle manque de graisse et d'hydrocarbures. A cette occasion, je veux signaler un point qui reste obscur dans les expériences de Kemmerich, non pour en atténuer le mérite, mais pour que, dans les recherches à venir, on tienne compte de la chose. Le jeune chien à qui l'on donnait des quantités constantes de bouilli et de mélange salin, cesse de s'assimiler lorsqu'on retranche les sels. Or, dans ce dernier cas, aussitôt qu'il ne sort plus d'excréments et que l'absorption, par suite, augmente d'une quantité proportionnelle, il faut que la décomposition interne devienne plus active; maintenant, le point obscur jusqu'ici est de concevoir comment l'absence des sels peut amener ce surcroît d'activité dans la décomposition. Il serait donc important de contrôler le degré d'assimilation ou de décomposition des albuminoïdes par l'étude des excrétions de l'azote, au lieu de se borner à tirer des conclusions de

deux choses qui peuvent tromper : la dissection et la pesée du corps. Second point douteux dans ces expériences : Au mélange salin total Kemmerich ajoutait encore du sel marin ; supprimait-il ce sel ajouté, plus d'augmentation dans le poids de l'animal, et, à cet égard (1), les choses se passaient comme avec le sel tout seul. C'est là une énigme dont nous cherchons en vain l'explication ; mais ce qui est évident, c'est que du poids du corps on ne peut conclure à une fixation de substance azotée. Il faudrait, d'après les expériences de Kemmerich, admettre :

1° Que l'addition du mélange salin active la décomposition, mais que l'emploi combiné du mélange salin et de sel marin la ralentit, alors que le sel marin tout seul, ajouté aux aliments, active un peu cette décomposition ;

2° Que la viande crue (accompagnée de substances non azotées), qui ne contient que les sels de la viande et pas de sel marin, ne donnerait lieu à aucune assimilation ; ce qui n'est pas. Suivant une autre expérience de Kemmerich, le système musculaire d'un chien, nourri pendant dix-sept jours de bouilli additionné seulement de phosphate de potasse et de chlorure de potassium, aurait pris un développement considérable : on pourrait en déduire que ce qui manquait précédemment, c'était le chlore et non la soude, si le mélange salin n'avait déjà contenu du chlorure de potassium.

Le résultat important et incontestable de ces expériences, c'est qu'un carnivore peut se nourrir de bouilli additionné des sels du bouillon et de sel marin. Le but des expériences de Kemmerich était surtout pratique. Comme on ne pouvait utiliser la masse énorme de résidus provenant de la préparation de l'extrait qu'en les mélangeant avec les sels de la viande et le sel marin, l'application de ce procédé se présentait tout naturellement pour les herbivores.

Mais ces résultats ne donnaient pas la solution du problème que nous avions abordé : Combien de temps un animal peut-il vivre sans sels ? Quels phénomènes accompagnent cette privation? Quelle quantité de sels lui faut-il par jour ? Kemmerich avait prouvé qu'un chien ne recevant que du sel marin dans sa nourriture pouvait vivre vingt-six jours, mais qu'ensuite, sans avoir perdu de son poids, il tombait dans un état de marasme, et que sans phosphate de potasse la croissance paraît impossible. Mais ces expériences se rapportent à de jeunes chiens qui ne devaient pas se conserver seulement, mais s'assimiler et croître, et avaient, par suite, absolument besoin de sels ; peut-être qu'un animal adulte n'obéit pas à la même nécessité. Comme il faut de deux choses l'une, ou que le corps incomplétement formé s'accroisse, ou qu'il meure, peut-être le dépérissement qui accompagnait l'emploi du sel marin tout seul vient-il de l'impossibilité pour un organe de se construire avec de l'albumine et du sel marin seulement. En conséquence, je me proposai d'étudier ce qui se passe chez l'adulte auquel on retranche les sels, de mesurer le degré d'assimilation et de décomposition de l'albumine en faisant la balance par l'analyse de l'azote, et de déterminer avec précision le degré d'utilisation des substances dans l'intestin. C'est M. J. Forster qui s'est chargé de ces recherches : elles établissent que les animaux adultes peuvent vivre assez longtemps avec le minimum de sel dans leurs aliments. On ne leur donnait jamais des albuminoïdes seuls, mais avec une quantité suffisante de matières non azotées, telles que graisse, amidon ou sucre. L'albumine était donné sous forme de bouilli provenant de la préparation de l'extrait que l'on réduisait en poudre après l'avoir desséché dans une étuve et qu'on faisait bouillir ensuite trois fois dans l'eau ; ou bien encore sous forme de caséine purifiée par des lavages. Les pigeons et les souris mangèrent d'eux-mêmes cette nourriture pendant assez longtemps ; les chiens aussi et quelque temps, puis ils la refusaient, incident qui ne doit pas décourager, car il faut s'ingénier à faire prendre aux animaux leur nourriture, et on y parvient assez facilement avec les pigeons et les chiens. Ce régime soutint les souris de 21 à 30 jours ; les pigeons, de 13 à 29 ; les chiens, de 26 à 36.

La digestion est régulière presque tout le temps, les matières fécales de même poids et de même nature que d'ordinaire ; c'est tout au plus si elles diffèrent dans la proportion des sels. Ainsi, en l'absence des sels, non-seulement l'absorption des matières dissoutes a lieu pendant longtemps, mais la marche des phénomènes de la digestion n'en est nullement in-

(1) Peut-être bien à tous les autres.

fluencée. Or, toutes les expériences s'accordent à prouver l'importance extrême des sels pour l'action des sucs de la digestion ; par exemple, celle de l'acide muriatique, du suc gastrique, de l'alcali du suc pancréatique, des sels de la bile. Puisque l'intestin de l'animal absorbe l'albumine, les graisses et la fécule sans addition de sels, il faut admettre ou bien que la digestion peut se faire sans que ces sécrétions si bien caractérisées par leurs sels aient lieu, ou bien que les sucs sont sécrétés comme auparavant, mais ne renferment pas de sels, ou bien enfin que ces mêmes sels servent à nouveau dans l'économie et, par suite, ne peuvent se retrouver dans l'urine et les excréments. Les deux premières suppositions sont fort vraisemblables, car nous avons pu constater directement la sécrétion des sucs dans l'estomac d'un chien ayant une fistule gastrique et que nous avons nourri assez longtemps d'aliments non salins. Ce n'est qu'après avoir été soumis à ce régime prolongé que le chien commença à vomir ; les matières vomies, malgré un séjour d'un grand nombre d'heures dans l'intestin, n'avaient aucune réaction acide ni d'odeur *sui generis* et offraient l'apparence d'aliments inaltérés. On voit que le manque de sels avait bien tardé à se faire sentir.

Voilà un fait inattendu qui nous fait faire un grand pas vers la connaissance de la circulation des sels et de leur rôle dans l'économie. La nature des excrétions et de l'urine en particulier fournissent des indications plus précieuses encore. Il y a autant d'urine que de coutume, mais elle ne contient que des traces de sel marin ; peu d'acide phosphorique, etc. Remarquons que le bouilli n'est pas complétement dépouillé des sels et qu'il garde toujours une petite quantité de phosphates ; c'est ce qui fait que, même privé de sels dans ses aliments, l'animal en rend tous les jours un petit peu par l'urine et les excréments, tandis que le reste, retenu avec force par les organes, demeure dans l'économie. Le sel que l'on consomme arrive d'abord dans le sang ; celui-ci ne le cède pas tout de suite aux reins qui doivent le sécréter, mais le distribue aux organes qui en prélèvent ce dont ils ont besoin. Le sang, qui reçoit les sels de la nourriture, renferme aussi ceux qui, au moment où l'animal est privé de principes salins, sont mis en liberté par suite de la décomposition de la substance même du corps ou de toute autre cause ; les uns et les autres vont se distribuer dans l'organisme et rien n'en est éliminé que le peu que les reins sécrètent au moment où le sang les traverse. Ainsi, la plus grande partie des sels demeure dans le corps pour y être utilisée de nouveau.

La quantité des principes salins de l'économie oscille entre d'étroites limites. C'est à peine si le corps des chiens qui consomment le sel marin en abondance en contient 5 grammes en tout, et encore cette quantité diminue-t-elle rapidement lorsque la consommation redevient ordinaire. Lorsque le corps se maintient dans un état normal, il ne se dépense que peu de matière organisée, et ce qui s'en perd dans la masse des liquides en circulation est remplacé et trouve les matières salines nécessaires dans les deux sources de sels dont nous avons parlé plus haut ; c'est pour cette raison que l'on constate dans l'urine et les excréments la présence de tous les sels que renfermait la nourriture. Quand l'animal a faim, on trouve toujours des principes salins dans son urine, et même plus que n'en renfermaient les parties de sa chair qui se sont décomposées. On voit d'abord disparaître l'excès d'albumine en circulation ; puis ce sont les organes qui se détériorent, et, à mesure que les matériaux de construction du corps se désagrègent, les sels qui leur étaient associés s'en séparent (car ils ne feraient plus qu'augmenter la proportion relative des principes salins) et sont expulsés au dehors dans l'urine et les excréments. Les choses se passent tout autrement quand le corps a faim de sels sans cesser de recevoir les autres matières nutritives, comme l'albumine, la graisse, les carbures d'hydrogène. Alors il ne perd ni albumine, ni graisse ; sa composition reste la même, abstraction faite des sels, qui, loin d'être superflus comme dans l'abstinence complète, servent constamment à reformer les parties désorganisées et à maintenir l'état salin des humeurs. Tant que le corps garde dans le reste sa composition ordinaire, il retient avec énergie ses anciens sels ; mais aussitôt que sa masse devient moindre, aussitôt qu'il s'appauvrit en albumine, la proportion des sels devient trop forte et une partie en est éliminée. Conformément à ces données, on ne trouvait dans l'urine de l'animal que l'on nourrissait de bouilli qu'une trace de sel en moins que chez d'autres animaux privés d'aliments. Au bout de quelque temps, il se manifeste chez le chien qui est privé de sel des phénomènes remar-

quables. On le voit, sans rien perdre de son poids, de sa chair ou de sa graisse, s'affaiblir de plus en plus, et sa vivacité s'éteindre ; il reste couché dans un coin, abattu et insensible à tout. Une fois l'un de ces animaux eut un accès de folie qui rappelait le cas du chien de Bischoff, soumis longtemps au régime exclusif du pain. Il était furieux, courait çà et là comme hors de lui, insensible aux paroles et aux coups. Ce fut la seule attaque ; mais le système nerveux s'affaiblissant de jour en jour, la paralysie envahit les extrémités postérieures, la bête fléchissait du derrière et tombait à chaque pas sur le côté ; la tête vacillait d'une manière étrange, surtout quand le chien mangeait ou buvait. Comme ce régime prolongé aurait infailliblement tué l'animal, nous revînmes au précédent ; mais il fallut plusieurs semaines pour que le chien fût complétement rétabli et que la paralysie disparût ; dans l'intervalle, il mangeait et buvait énormément.

Ces expériences éclairent le rôle physiologique des sels. Comme Liebig l'a fait ressortir avec un soin extrême, les sels sont absolument nécessaires ; sans eux l'organisme périt, non pas de suite, mais au bout de quelque temps, alors même qu'on lui fournirait tous les autres matériaux. Les sels se comportent à beaucoup d'égards autrement que les substances organiques ; tandis qu'elles se décomposent et que les produits de la décomposition sont expulsés faute de pouvoir être utilisés encore, les sels au contraire restent inaltérés et servent à nouveau ; ce n'est que par suite de l'apport des autres substances, de la construction des reins et des modifications que subit cet organe dans la circulation du sang, qu'une faible quantité de ces sels sort du liquide nourricier et est perdue pour le corps. Ainsi, pour la nutrition de l'animal complétement formé, il ne faut pas beaucoup plus de sel qu'il ne s'en élimine lorsqu'il y a simultanément manque de cet aliment et présence de tous les autres. La faim ne peut servir de mesure à l'apport d'aliments nécessaire à la conservation de la substance organique, attendu que la décomposition de cette substance varie avec cet apport, tandis que les sels, aussi longtemps que le corps en sent le besoin, ne sont pas excrétés dans le même rapport qu'on les consomme ; aussi ceux qui sont expulsés pendant un régime où ils sont seuls à faire défaut, représentent, à proprement dire et approximativement, le besoin que le corps en éprouve ; ce sont les sels nutritifs qu'on n'est pas obligé de renouveler en quantité aussi grande qu'on le supposait autrefois. Pour qu'un chien de haute taille, par exemple, conserve indéfiniment sa dose normale de sel marin, il suffit que la chair crue dont on le nourrit renferme 1^{gr}.7 de chlorure de sodium.

Chez un animal qui a faim de sel et de sel seulement, la perte constante d'une petite quantité de ce principe amène insensiblement des désordres profonds qui mettent sa vie en danger. E. Klein et E. Verson prétendent que le sel marin n'est pas un sel nutritif, mais un simple stimulant non indispensable ; ils en donnent pour raison qu'ils ont pu consommer journellement 1^{gr}.4 au plus pendant huit jours sans en être sensiblement incommodés. Pour ce laps de temps ils trouvèrent, il est vrai, 46^{gr}.9 de sel marin dans les urines et les excréments, mais il faut remarquer que ces messieurs étaient habitués à une large consommation de sel marin (27 grammes par jour). En conséquence le sel marin du corps était bien loin d'être épuisé, car, en comparant les quantités brutes ou pour 100 que le sang en contenait dans chacune des phases de l'expérience, on trouve les chiffres suivants :

	Chlorure de sodium, pour 100.	Chlorure de sodium, poids brut.
Avant l'expérience...............	0.402	17^{gr}.7
Pendant —	0.283	12^{gr}.3
Après —	0.423	19^{gr}.9

On voit que le sang, durant les huit jours que le sel manquait n'a perdu que 5.4 = 31 pour 100 de sel marin, et les autres organes encore moins en proportion ; le corps retenait le sel obstinément ; ce n'est que si le sang et le reste du corps ne renfermant plus du tout de sel, aucun phénomène pathologique n'était survenu, qu'on aurait pu affirmer que le sel n'était pas indispensable (1).

(1) J'ai observé que lorsque des chiens ont leur quantité normale d'albumine, l'addition de sel marin à leur nourriture fait croître à la fois dans l'urine et la quantité d'eau et la quantité d'urée. Klein et Verson pen-

Dans la plupart des cas, l'adulte reçoit dans les aliments qui maintiennent ses proportions d'albumine et de graisse, les sels dont il a besoin, ce qui dispense alors de les fournir à part; de même pour l'herbivore dans sa nourriture végétale : les aliments des deux règnes suffisent donc à cet égard. L'homme trouve généralement dans les siens plus de matières salines qu'il n'en a besoin pour renouveler sa provision ; l'excès en est rejeté par la voie des urines, et c'est ce qui fait que dans les conditions ordinaires de l'alimentation la quantité des sels de l'urine ne mesure pas celle dont nous avons besoin.

Mais l'assimilation qui se fait dans la croissance ou l'engraissement des animaux exige plus de principes salins que le simple maintien d'un certain état normal. Cette nécessité se reproduit après une longue abstinence, pendant la convalescence, par exemple, à cause de l'élimination des sels qui a eu lieu en même temps que celle des produits de la décomposition de l'albumine et de la graisse ; on comprend que l'assimilation serait encore possible, même avec une nourriture non saline, si le corps avait pour ainsi dire de la marge et qu'il fût possible d'emprunter à d'autres organes et humeurs de l'économie les sels nécessaires.

Les sels qui font partie constituante de nos organes sont donc, et j'insiste sur ce point, tout aussi indispensables à la conservation de l'organisme que l'albumine, l'eau ou les matières non azotées ; seulement, comme ils peuvent servir et reservir dans l'économie, le corps n'en exige qu'une partie relativement faible, et les désordres qu'entraîne la privation prolongée de ces matières sont plus lents à apparaître. La consommation d'une seule espèce de sel, du sel marin par exemple, ne suffit pas, d'après Kemmerich, pour empêcher l'apparition des désordre et des phénomènes morbides.

Alors même que la nourriture ne contient pas de sel, le corps n'en perd qu'une petite quantité, en raison de l'énergie avec laquelle il retient sa proportion normale, mais lorsque des pertes successives ont fait descendre cette proportion au-dessous d'une certaine limite, alors le système nerveux est attaqué le premier; cependant la perte relative et absolue en sel qu'ont faite les autres organes a dû être plus forte, puisque tous les faits connus prouvent que le cerveau et la moelle épinière chez l'animal qui a faim perdent beaucoup moins de substance que les autres parties du corps; cela montre que les nerfs sont infiniment plus sensibles aux modifications qui surviennent que toutes les autres parties du corps. Ce n'est qu'au bout d'un certain temps que s'efface dans le système nerveux l'ébranlement causé par ces perturbations moléculaires. Il ne suffit plus alors de rendre au corps juste le sel qu'il a perdu, vu la lenteur avec laquelle la substance organisée s'assimile.

---

saient qu'en retranchant le sel marin des aliments on devait, en conséquence, faire diminuer le poids de l'urée ; tout au contraire, ils le trouvèrent augmenté. Ce n'est qu'indirectement que le sel marin donne lieu à une formation plus abondante d'urée, en activant la circulation de l'albumine. Ce dernier effet pourrait bien se reproduire pour une cause ou une autre, alors même que le sel manquerait dans les aliments. Klein et Verson n'ont pris aucune des précautions nécessaires pour reconnaître l'influence d'un corps sur les métamorphoses de l'albumine. On ne sait pas si l'azote ingéré était toujours en quantité égale « pour une consommation journalière de 420 grammes de bœuf, etc., » disent-ils; ils ignoraient si l'azote était en quantité normale dans le corps. Mais n'insistons pas. Prenons maintenant la moyenne des résultats de leurs expériences :

1°	Avec Cl Na, un jour			36gr.5 d'urée.
2°	Sans	—	moyenne de huit jours	37gr.9 —
3°	Avec	—	— de cinq jours	39gr.3 —

Je ne puis voir dans ces chiffres la preuve que le sel marin augmente la production d'urée. Tout ce que j'y trouve, c'est une progression croissante dans la sécrétion d'urée, indépendante du sel marin.

Admet-on que le corps n'a retrouvé sa quantité normale d'albumine que dans la deuxième période, l'augmentation d'urée correspondrait alors à une addition de sel marin.

Ces messieurs trouvent que ce que j'ai énoncé du rapport entre la quantité d'eau dans l'urine et la consommation du sel marin aurait besoin d'être précisé davantage. Cette proposition, « que le sel marin est un diurétique, » n'est juste suivant eux qu'autant que le corps est saturé de sel marin et que l'excès qui en est excrété dans l'urine entraîne de l'eau. Voici mes paroles : « L'eau est nécessaire à l'excrétion du sel, et cette eau, qui passe dans l'urine, est empruntée à celle qui exsude par les poumons, et si celle-ci ne suffit pas, aux organes ; le sel marin est un diurétique. » Voir, page 64 de mon ouvrage. Je n'ai donc pas dit que le sel marin était naturellement diurétique, mais, comme Klein et Verson eux-mêmes, qu'il ne le devient que lorsqu'il est sécrété par les reins.

Une observation importante sur laquelle j'appelle particulièrement l'attention, c'est que pendant cette abstinence de sels prolongée nous n'avons vu apparaître aucun symptôme de scorbut ou de maladie des os.

Le docteur Forster se propose de faire l'étude des organes et des humeurs d'un chien qui a reçu tous les aliments nécessaires, sauf les principes salins; nous sommes convaincus que quantitativement et qualitativement les cendres n'auront que peu changé. Kemmerich a pendant dix-sept jours de suite nourri un chien de bouilli additionné seulement de phosphate de potasse et de chlorure de potassium, et supprimé les sels de soude du plasma ; ainsi l'animal ne recevait que des sels de potasse; malgré cela le sérum du sang ne contenait presque que des sels de soude, et l'urine que des sels de potasse à peu près; on voit que le corps avait retenu les sels de soude, comme il retient ses sels en général lorsque la nourriture ne lui en fournit pas.

Ce n'est pas sur le rôle des sels dans l'économie qu'on s'est trompé jusqu'à présent, mais sur la quantité qu'il en faut, dont on exagérait la valeur. On peut s'en passer pendant quarante jours, et presque toujours, dans les aliments qui renferment les autres matières nutritives, ils sont en quantité suffisante.

Haubner rapporte que des pigeons qu'on nourrit de grain sans addition de chaux périssent tout de suite. Mes expériences ne s'accordent pas avec ce résultat. J'ai nourri pendant des années des pigeons à qui on avait ôté la cervelle, et qui par suite ne pouvaient manger tout seuls, avec du grain et sans chaux. Un pigeon à qui on ne donne pas de sel vit environ trente jours.

L'action de la viande ou de la graisse sur l'économie n'est modifiée en rien par l'absence des sels, seulement, à la longue, celle qui est propre aux principes salins eux-mêmes cesse d'avoir lieu; en disant que sans les sels le bouilli ou tout autre aliment n'a plus de valeur nutritive, on a raison dans un certain sens si, par exemple, on entend la nutrition dans son ensemble et sa durée, car on aurait beau fournir à l'organisme toutes les autres matières nutritives, il n'en périrait pas moins, la nutrition n'étant parfaite qu'à l'aide des sels; mais veut-on parler de la valeur nutritive de chaque substance en particulier, de l'albumine ou de la graisse, par exemple, on a tort, car chaque principe alimentaire a dans la nutrition sa destination propre, et s'il ne suffit pas tout seul, il concourt du moins pour sa part à l'œuvre d'ensemble.

Ainsi, le bouilli ou un albuminoïde sans mélange sont des aliments dont la valeur nutritive, représentée par leur albumine, demeure invariable, qu'on leur ajoute des sels ou non.

Le bouilli, ainsi que le fromage, est pour nous un aliment de la plus haute valeur, non-seulement quand on l'associe aux sels de la viande, comme l'a prouvé Kemmerich, mais encore sans eux. C'est un composé de matières albuminoïdes qui se comporte comme les autres substances déjà citées, dont aucune n'entretient la nutrition complète à elle seule, mais est excellente individuellement, en raison de sa valeur nutritive. Le bouilli desséché dans un four d'après la méthode que nous avons imaginée, puis réduit en poudre, forme sous laquelle nous le conservons depuis un an déjà sans qu'il s'altère, peut s'associer au reste de la nourriture suffisamment additionné de sels. On obtient alors à peu près les mêmes résultats qu'avec des aliments plus riches en albumine par eux-mêmes, ou ceux que donnerait soit l'addition de gluten, comme le proposait Henneberg, soit l'addition de l'albumine purifiée du sang et réduite en poudre, recommandée par Panum. Faire des recherches personnelles sur ce sujet nous a paru inutile, car nous pouvions nous en rapporter à la grande expérience en pareille matière du pilonnier de la pharmacie de la Cour ; depuis bientôt dix ans il utilise les résidus de la préparation de l'extrait en les donnant à ses cochons en surcroît de leur nourriture qui ne serait pas assez nutritive par elle-même, et il obtient des résultats d'engraissement remarquables (1).

(1) Liebig a rapporté incidemment que *le pilonnier* avait renoncé à ce système, parce que les cochons n'en étaient pas mieux nourris et finissaient par tomber malades; mais on l'aura mal renseigné. Cet homme élève environ 24 cochons par an; il est vrai que, par trois fois, toute une portée creva, mais c'est un accident qui n'est pas rare, même avec la nourriture ordinaire. En tout cas, *le pilonnier* ne l'attribue pas à l'emploi des résidus, qui, à l'heure où je parle, lui donne encore de bons résultats.

C'est en partant du même principe que l'on corrige quelquefois la pauvreté du pain en albumine, en le faisant cuire tantôt avec du gluten (pain fortifiant de Copenhague), tantôt avec de la poudre de viande desséchée (2 parties de viande pour 1 1/2 partie de farine), comme on l'a fait en Australie, pendant une expédition dans l'intérieur des terres, suivant une communication de M. le docteur Beckler. Nous devons faire tous nos efforts pour importer des contrées où la viande abonde non-seulement les résidus et l'extrait de viande, mais encore la viande, desséchée ou fraîche. Les résultats déjà obtenus en Australie promettent beaucoup pour l'avenir : nul doute que les obstacles qui s'opposent à la réalisation du but ne soient vaincus tôt ou tard. Il y a déjà un an que je conserve de la farine de viande dans un vase ouvert sans qu'elle ait subi la moindre altération. On trouve aussi dans le commerce, en Norwége, de la farine de chair de poisson.

Comme nous consommons dans nos aliments plus de sel qu'il n'en faut pour maintenir notre provision saline à l'intérieur, on peut se demander si cet excès est purement superflu ou s'il sert de condiment. C'est une question à laquelle nous allons répondre tout à l'heure.

On attachait aussi une grande importance aux substances dites extractives de la nourriture animale. On a dit qu'elles constituaient la différence essentielle entre les aliments des deux règnes, et qu'elles étaient une des causes des propriétés nutritives de la viande et de l'extrait qu'on en prépare. Ici encore il faut distinguer nettement un principe alimentaire d'avec un condiment. Si par principe alimentaire on entend toute substance qui sert à préparer des matériaux indispensables à la constitution du corps ou à en éviter la déperdition, les matières extractives ne sont pas des principes alimentaires (1) et n'augmentent pas la valeur nutritive de ceux-ci. Le corps n'a pas besoin d'elles pour conserver complétement sa composition ordinaire. Ces matières, du moins celles d'origine animale, sont des produits de la métamorphose en retour ; elles ne sont pas indispensables à la constitution et à la construction de nos organes, et, lorsqu'on les consomme, elles n'augmentent pas la quantité des matières extractives que l'organe possède déjà. On en a déjà isolé des principes immédiats bien définis, tels que créatine, sarkine, taurine, urée, acide urique, tyrosine, acides lactique, acétique, et à chaque organe correspondent des matières extractives ou produits de décomposition caractéristiques, les conditions de décomposition variant de l'un à l'autre de ces organes.

Outre les principes alimentaires, toute nourriture renferme un grand nombre d'autres substances qui la rendent mangeable en lui donnant du goût, mais ne rentrent pas dans les définitions précédentes ; ce sont des condiments ; elles sont indispensables dans l'acte de la nutrition, et l'on n'en a pas jusqu'ici suffisamment apprécié l'importance. Il devient absolument nécessaire, pour éviter toute confusion, de bien préciser et de définir rigoureusement l'action de ces corps comparée avec celle des autres aliments. Avant d'étudier en particulier les sels et les matières extractives envisagés comme rentrant dans cette classe, commençons par traiter des propriétés générales des condiments. Ce sont, d'après l'opinion commune, des substances qui, introduites dans la bouche, éveillent une sensation agréable, laquelle se réduit, à proprement parler, à un simple chatouillement du palais, sans effet utile, ou bien même qui peuvent, une fois passées dans le sang, provoquer une surexcitation anormale et nuisible. Mais ce n'est pas là une bonne définition.

Les condiments agissent surtout sur le système nerveux. Quelques-uns, par exemple, excitent par simple contact les terminaisons des nerfs de la membrane muqueuse du canal digestif, qui transmettent l'impression à certains centres nerveux de l'intestin même ou à de plus éloignés, situés dans le cerveau ou la moelle épinière ; d'autres sont absorbés d'abord, puis charriés par le sang jusque dans les centres nerveux dont ils modifient l'état. Tous ces organes peuvent, à leur tour, par voie de propagation, influencer les différentes parties du

(1) D'après cette définition du principe immédiat alimentaire, une substance alimentaire est un mélange de principes immédiats alimentaires, mais ne suffit pas encore à lui seul à la nutrition ; exemple : le pain, qui se compose d'albumine, d'amidon, de sels, etc. Une nourriture parfaite est un mélange tant de principes immédiats que de substances alimentaires, capable de maintenir complétement le corps dans sa constitution propre. Ainsi, tout principe alimentaire est nourrissant, a une valeur nutritive ; exemple : graisse, eau, potasse, etc. ; de même pour une substance alimentaire, mais ni l'un ni l'autre ne constitue à lui seul *une nourriture.*

canal digestif, ou bien produire des phénomènes généraux tout à fait indépendants de la digestion.

De l'analyse ainsi conçue de l'effet de ces corps il ressort que la signification ordinaire attachée à ce nom de condiments était trop restreinte pour deux raisons :

Et d'abord, pourquoi ne donner ce nom qu'aux substances qui, en excitant le système nerveux, par l'intermédiaire soit de la bouche soit du sang, nous font éprouver des sensations agréables et utiles ? Le lieu d'où part l'excitation initiale ne doit rien faire au choix du mot, du moment où des substances ingérées, dont le point d'attaque est différemment situé, produisent des effets les mêmes en principe et qui diffèrent beaucoup moins des premiers qu'une simple sensation du goût ne diffère de l'action générale du café et du thé sur l'économie à partir de leur absorption dans le sang. Quant aux substances qui n'agissent que par l'intermédiaire du sang et pas dans la digestion, on les a généreusement qualifiées du nom de condiments, qu'elles fussent, comme la caféine, absorbées par la voie du canal digestif, ou, comme la nicotine du tabac, par la voie de la muqueuse des fosses nasales. Il faudra joindre aussi à cette liste d'autres corps, même parmi ceux qu'on ne mange pas, dans l'acception du mot. On nous accordera volontiers la même faveur pour les substances qui flattent l'odorat ; car, avant de goûter beaucoup de mets, nous les flairons, comme chacun sait, et nous en éprouvons une sensation agréable ; maintenant, une fois admis que des principes volatils émanés de nos mets méritent le nom de condiments pour avoir flatté notre odorat, il faut nécessairement l'étendre aussi à des matières volatiles d'un autre genre, alors même qu'elles ne s'exhalent pas de nos aliments, aux fleurs, etc., par exemple.

Ce sont les organes du goût et de l'odorat qui donnent l'excitation, puis le cerveau perçoit en un lieu déterminé une certaine sensation qui nous fait plaisir. Ce mode de perception ne diffère pas sensiblement pour les impressions faites sur les organes de la vue et de l'ouïe, d'où résultent des sensations agréables connues de tout le monde ; on peut donc assimiler les ondes sonores et lumineuses à des condiments. Quelque différentes que soient entre elles les jouissances que l'on éprouve à contempler une madone de Raphaël, à écouter d'une oreille attentive une symphonie de Beethoven, à respirer le parfum d'une fleur ou à savourer un bon fruit, elles se ressemblent toutes en un point, à savoir que, sous l'influence d'agents extérieurs, les nerfs s'ébranlent, propagent les stimulations reçues jusqu'à certains centres nerveux qui les perçoivent et les renvoient à d'autres nerfs et organes ; puis ceux-ci rayonnant à leur tour, d'autres systèmes entrent simultanément en activité.

A un second point de vue, la dénomination de condiments est prise habituellement dans un sens trop étroit. Quand une substance, au lieu d'agir sur la muqueuse de la bouche, agit sur celle de l'estomac ou de l'intestin, il peut se produire dans le système nerveux des effets qui influencent sérieusement la digestion, sans même que l'on en perçoive rien par l'odorat et le goût, les muqueuses n'étant pas en rapport avec des organes centraux de la sensation ; mais au fond et quant au reste, le mode d'action de la substance reste le même. On voit qu'une sensation, perçue ou non perçue, n'est pas un caractère distinctif pour les corps dont nous parlons.

Ces remarques pourront paraître superflues, et leur objet évident de lui-même ; mais elles étaient indispensables pour comprendre parfaitement le rôle de certains corps, toujours mêlés à notre nourriture, et que nous rangeons parmi les condiments.

Les condiments exercent tous une action semblable ; on doit donc les envisager à un point de vue commun. Il n'est pas nécessaire qu'ils influent sur la digestion, bien que la plupart le fassent, ni qu'ils provoquent une sensation agréable. Peut-être pourrait-on leur donner le nom de *stimulants*, mais alors ce dernier terme serait trop général, car il s'appliquerait au résultat de toute excitation nerveuse, quelle qu'elle fût, tandis qu'on ne doit tenir compte ici que de celle qui est agréable ou utile à l'individu qui la ressent. Aussi conserverai-je la dénomination reçue, bien qu'elle soit insuffisante. Peut-être celle de *condiments* conviendrait-elle mieux.

Toute une classe de condiments agit sur certains nerfs de la muqueuse buccale et le goût peut en être agréablement impressionné. Mais cette action ne se borne pas à une sensation ; elle s'étend plus loin que l'organe central du goût ; il est probable que non-seu-

lement elle provoque la sécrétion des glandes salivaires de la cavité buccale, mais encore s'exerce sur l'estomac et l'intestin. Presque toutes les substances qui, après avoir été ingérées dans l'estomac ou avoir été absorbées dans le sang, agissent encore, nous les avons goûtées auparavant. Un mélange d'albumine pure, de graisse, d'amidon, de sels et d'eau suffirait, à la rigueur, à la nutrition ; mais nous ne nous en contenterions que dans les cas extrêmes; nous le trouvons « sans goût » et nous ne voulons pas en manger. Comme toute nourriture, végétale ou animale, contient en abondance de ces substances agréables au goût et qui ne sont pas nutritives, personne ne peut se soustraire à l'action des condiments de cette sorte. Les mets insipides, désagréables au goût ou qui répugnent ne nous réussissent pas. Ils peuvent exciter des nausées avant même d'être ingérés, ce qui montre que l'organe central du goût a des rapports sympathiques avec l'estomac et qu'il l'influence. Si les mets qui offensent le goût peuvent produire de pareils effets, ceux qui le flattent doivent en produire aussi, mais de contraires. Réciproquement, l'estomac ou bien les autres parties du corps influencent l'organe central du goût ; c'est ainsi que des aliments qui nous paraissaient tout à l'heure agréables n'ont plus de goût lorsque nous en sommes rassasiés. Nous ne connaissons pas encore la manière dont ces influences s'exercent, mais je ne crois pas me tromper en disant que, par suite de stimulations provoquées par la perception des saveurs, et partant de la cavité buccale, l'estomac est prédisposé à la digestion. La raison qui nous fait consommer du sucre, un des moyens de jouissance les plus répandus et les plus en faveur, dont nous empruntons souvent le nom pour dénommer les choses qui nous plaisent le plus, nous est tout à fait inconnue. Ce n'est pas à titre de matière nutritive, ou jouant un rôle important dans l'estomac et le sang, que nous en mangeons, car de l'amidon ou de la dextrine rendrait les mêmes services.

Un certain nombre de condiments après nous avoir souvent servi par les sensations agréables qu'ils procurent, agissent encore sur l'estomac et l'intestin. Ces stimulations nées dans l'intestin et dans l'estomac ne se propagent pas jusqu'aux organes centraux pour y éveiller des sensations agréables ; le seul effet qu'elles produisent généralement est une modification particulière de certains organes, en vertu de laquelle quelques parties peuvent alors servir à la digestion et à l'absorption. On sait, par exemple, que le suc gastrique n'est pas continuellement sécrété ; qu'il ne l'est que lorsque quelque chose pénètre dans l'estomac ; puisque, par l'excitation purement mécanique de la membrane muqueuse au contact d'une barbe de plume, par exemple, d'une baguette de verre, d'un caillou, etc., le suc gastrique jaillit dans l'estomac et que les vaisseaux sanguins de la membrane se remplissent. Tout aliment introduit dans l'estomac pourrait provoquer la même sécrétion ; mais d'autres condiments agissent avec plus d'énergie. Une goutte d'alcool, d'éther ou d'une dissolution de sel marin, mise en contact avec la muqueuse d'un animal vivant, provoque la sécrétion ; la vue d'un mets appétissant, comme, par exemple, d'un morceau de viande qu'on lui présente, produit le même effet chez un chien à jeun. C'est pour favoriser la digestion que l'on consomme souvent avant son repas des mets salés ou fortement épicés, comme le caviar, par exemple, ou bien que l'on avale une gorgée de spiritueux, de sherry, je suppose. Peut-être même que la lecture du menu d'un repas agit d'une façon semblable. Beaucoup de substances impressionnant le goût ou l'odorat sont dans le même cas. Mais de toutes celles qui disposent favorablement l'estomac, un bon consommé chaud est, comme l'expérience le démontre, la meilleure et la plus simple.

L'extrait de viande est un condiment. Il flatte le goût ; mais là ne se bornent pas ses services ; il en rend, suivant moi, de très-grands dans l'estomac. Ce n'est pas à cause des sels qu'il renferme que nous le consommons, car nos aliments nous donnent à cet égard le nécessaire ; il n'influence pas sensiblement non plus l'absorption dans l'intestin et les décompositions qui se font dans l'économie ; son rôle n'est pas de nous apporter des matériaux nutritifs, car Hemmerich a prouvé que des chiens qui le mangent tout seul périssent plus vite qu'en ne mangeant rien du tout, ce qui vient peut-être de ce que ses sels amènent un redoublement d'activité dans les métamorphoses de l'albumine, ou bien que par leur potasse ils agissent sur le cœur. Si l'on approvisionne de ce condiment les vaisseaux, places fortes, armées, hôpitaux, etc., ce n'est pas qu'il puisse suppléer les substances nutri-

tives ; non, il n'en supplée pas un seul gramme, mais c'est en vue de certains usages auxquels il est éminemment propre. C'est pour une raison semblable que dans nos provisions nous n'oublions pas non plus le sel de cuisine, le café, le tabac et d'autres. Puisque l'extrait n'économise pas de nourriture, il faut bien se garder de rien retrancher à celle-ci ; on verrait bientôt se manifester les suites funestes d'une alimentation insuffisante. On ne sait pas encore à laquelle des substances entrant dans la composition de l'extrait il faut attribuer son action sur l'estomac ; mais ce que l'on ne peut nier, c'est l'effet merveilleux d'un bon bouillon. Il prépare tout doucement l'estomac de l'homme malade ou bien portant à l'acte de la digestion, et constitue par cela seul un véritable remède. Aussi donne-t-il les plus heureux résultats dans la convalescence, après que l'estomac du malade est resté longtemps inactif ; affaibli comme il l'est, cet organe ne pourrait supporter la nourriture ordinaire ; il faut le remettre dans un état tel que la sécrétion du suc gastrique et l'absorption puissent avoir lieu. Peut-on ajouter quelques traits à ce rôle général de l'extrait dans l'économie, tel que nous l'avons tracé ? c'est ce que nous ne tarderons pas à examiner.

De même que les stimulations exercées sur la muqueuse de la bouche vont influencer l'estomac avant que les aliments y pénètrent, ainsi l'estomac agit peut-être à son tour sur le reste de l'intestin. Nous voyons, par exemple, le pancréas se préparer à ses fonctions quelques instants après que l'estomac s'est rempli. A cet ordre de phénomènes se rattachent peut-être ces afflux de liquide décrits par Schiff.

Il est d'autres condiments qui, après avoir passé dans le sang, produisent dans l'économie et surtout dans le système nerveux des effets plus marqués encore ; ces effets ne sont plus localisés, comme ceux de certains condiments, dans l'estomac ou l'intestin ; affectant des centres nerveux plus considérables, ils ont par suite plus d'étendue et de développement. A cette classe appartiennent le café, le thé, le tabac, les boissons alcooliques, etc., dont on connaît l'action. On croyait autrefois qu'ils intervenaient dans les décompositions de la substances oranique ; qu'ils suppléaient des matériaux nutritifs ; non, ils se bornent à changer la disposition, la mobilité des molécules. L'énergie nécessaire pour vaincre les obstacles dépend en grande partie de la disposition d'esprit, de l'état moral où nous sommes. Voyez ces deux hommes se mettre à l'œuvre, l'un dispos et plein d'ardeur, l'autre accablé de soucis et découragé ; je suppose la décomposition moléculaire aussi active chez l'un que chez l'autre, et production identique de force vive : le premier ne fera-t-il pas sa besogne plus aisément que le second ? Il suffit d'un coup de fouet pour qu'un cheval triomphe d'un obstacle ; c'est que ce stimulant, sans ajouter à sa force réelle, la fait réagir au dehors avec plus d'énergie. De même, l'emploi des condiments, par l'action qu'ils exercent sur certaines parties de nos centres nerveux, nous donne la force de sortir avec honneur de certaines situations difficiles et de proportionner l'énergie de nos efforts à la difficulté qu'il faut vaincre. C'est ainsi que l'on s'explique les effets merveilleux de l'opium ou du musc, qui, sans qu'on puisse constater de changement dans l'état matériel du corps, semblent redonner l'existence à un homme complétement épuisé ; l'alcool exerce une double action, locale sur l'organe du goût et sur l'estomac, générale dans le reste du corps. Le sel marin ainsi que les autres sels consommés en abondance sont, à ce point de vue, de vrais condiments. Si l'excès du sel marin consommé n'exerce pas une grande influence sur la production de viande, de graisse ou de lait, les animaux qui en font usage ont cependant plus belle apparence ; ils le prennent avec avidité, et, dans les pays où il est rare, l'homme en fait son régal. Bien qu'il ne soit en général qu'un condiment, mainte lutte sanglante n'a pas eu d'autre cause que la possession disputée de salines ou de mines de sel gemme. Peut-être que la consommation si abondante que l'on en fait tient à la vertu qu'il a de favoriser le mouvement des humeurs.

Voyons maintenant si l'extrait de viande est un condiment. Aucune des substances organiques qu'il renferme n'a une action analogue à celle du café, de la nicotine ou de l'alcool ; mais il est certain que les sels de potasse produisent des effets généraux et importants. Ils rendent les nerfs et les muscles plus irritables et accélèrent les battements du cœur. C'est Kemmerich qui, le premier, a étudié l'action excitante et tonique que le bouillon doit à la présence de la potasse, et qui a montré que des cendres ingérées à la dose qu'en renferme

l'extrait sont délétères : du chlorure de potassium, par exemple, qui contient la quantité de potasse que l'on peut extraire d'une demi-livre de viande, augmente de 4 à 7 le nombre des battements du cœur chez un homme bien portant ; mais ces effets généraux ne doivent pas nous faire perdre de vue ceux qui sont localisés dans la bouche et l'estomac, car des sels de potasse seuls ne pourraient, comme le fait remarquer Kemmerich, remplacer l'extrait. On peut douter que ce soit précisément à cause de cette action générale sur l'économie que nous prescrivons l'emploi de cet extrait dans le traitement des convalescents et des personnes faibles d'estomac à qui le consommé donne souvent des palpitations de cœur.

On serait tenté de croire que les extraits reproduisent les effets si caractéristiques de la viande quand elle entre pour la plus large part dans notre nourriture, tels que chez l'homme l'énergie, la plénitude des forces; chez l'animal carnassier, l'humeur sauvage et indomptable; mais ces effets semblent dépendre moins des substances extractives que de la rapidité avec laquelle l'albumine circule et se décompose dans l'unité de temps.

Pour pouvoir attribuer à ces matières extractives lesdits effets, il faudrait qu'entre le régime de la viande qui les produit et toute nourriture ne les produisant pas, comme la nourriture végétale, par exemple, il n'y eût aucune différence à laquelle on pût légitimement les rapporter. Mais cette différence existe : la nourriture des carnivores renferme presque toujours absolument et, plus souvent encore, relativement, une plus grande quantité d'albumine ; cette albumine étant mêlée à moins de matières non azotées, s'accumule dans le torrent de la circulation et se décompose en grande partie. Or, on sait maintenant qu'en raison de la propriété remarquable dont jouit l'albumine de servir comme de pompe à oxygène, la décomposition de ce corps influence toutes les autres, et que par suite cette décomposition règle les fonctions de l'organisation animale. Donnez à un carnivore peu de viande et beaucoup de graisse additionnés d'extraits, loin d'être vif il devient inerte; à la nourriture végétale d'un homme ajoutez de l'extrait seulement, vous ne remarquerez plus cette vivacité que donne la viande; qu'un herbivore au contraire, un cheval, par exemple, reçoive une forte ration d'avoine et pas d'extrait, et l'on verra reparaître tous les bons effets de la nourriture animale.

Un muscle se distingue certainement d'une matière végétale par une certaine proportion de matières extractives particulières, mais, à bien réfléchir, ce n'est pas là une différence profonde, car non-seulement le muscle, mais encore tous les organes de l'animal fournissent de semblables extraits; de même pour les végétaux, dont les matières extractives renferment des sels de potasse et de substances organiques, qui font de ces matières extractives de véritables condiments, bien que différant de ceux du muscle par leurs propriétés physiologiques. L'extrait de tomate, par exemple, qui a une réaction acide, sert à préparer des potages très-fortifiants et délicieux (1).

Mon dessein était, dans ce qui précède, de décrire avec quelque détail le mode d'action des différents condiments. Je ne sens que trop que ce n'est là qu'un premier essai défectueux, mais il me semble qu'on ne gagne rien à rejeter dans la classe des condiments, sans s'en inquiéter davantage, des substances dont les effets ne nous sont pas bien connus. Homme ou animal, nul ne peut vivre sans condiments; la nourriture la plus simple, la végétale même en renferme suffisamment. Si les végétaux flattent le goût, c'est à la présence des condiments qu'ils le doivent. Les fruits entre autres renferment des acides végétaux, des

(1) Il faut bien remarquer que Liebig lui-même (comme je le conclus forcément d'une communication qui m'a été faite) n'accorde, au fond, à l'extrait de viande que la valeur d'un condiment, et je crois qu'on s'est mépris souvent sur le sens de ses paroles. « L'addition d'extrait à la nourriture végétale lui donne la valeur de la viande. » Il n'entend pas dire assurément que, par le fait seul de cette addition, les aliments végétaux prennent la valeur nutritive de la viande. La différence entre les deux classes est trop profonde pour être ainsi compensée. Il veut dire évidemment que l'extrait communique à la nourriture végétale qu'on lui associe la valeur de condiment qui lui est propre. Il va de soi que le mélange dont nous parlons ne serait égal en valeur nutritive à la viande qu'autant qu'absolument et relativement il nourrirait le corps autant que la viande consommée en quantité suffisante. Le lecteur attentif reconnaîtra que j'accorde à l'extrait une importance sérieuse dans la nutrition, importance que cent ans d'une expérience de tous les jours mettront mieux en lumière que la science n'a pu le faire jusqu'ici.

huiles volatiles : autant de condiments. La plupart appartiennent au règne végétal. Chaque peuple a ses condiments favoris; ils font les délices de notre table. Nous jugeons de nos aliments d'après le goût particulier que nous leur connaissons, et qui nous les fait rechercher ou fuir. Privés de condiments, ils nous dégoûteraient. Aussi aimons-nous la variété dans nos repas ; une nourriture uniforme aurait beau renfermer tous les principes alibiles, l'habitude émoussant les sensations, ce serait à la longue comme si nous étions privés de tout condiment.

Il y a bien des choses auxquelles nous ne songeons pas d'ordinaire et qui influent sur la digestion. Nous cherchons à table toutes les jouissances possibles, ce qui donne lieu à des rapports extrêmement multipliés entre nos organes, et à des stimulations qui influent de concert sur les phénomènes qui se passent dans l'intestin. A côté de l'organe du goût vient se ranger celui de l'odorat dans l'ordre d'importance. On ne goûte pas les aliments d'où émanent des principes volatils, on les flaire; il en est d'autres que nous aromatisons, et si quelques-uns ont une odeur à laquelle nous ne soyons pas habitués, nous en mangeons à contre cœur et notre estomac les supporte rarement. Il y a plus, nous embellissons nos mets, nous les servons proprement afin de les rendre « appétissants. » Nous mangeons avec répugnance dans les lieux malpropres et qui sentent mauvais. Notre digestion se ressent de notre disposition d'esprit : le chagrin, la colère la troublent. La vue d'enfants joyeux ou de bons amis assis à notre table agit comme condiment. En face d'un gai paysage la digestion se fait, sans contredit, bien mieux qu'entre les murailles d'une prison ou d'un cloître.

A chaque instant nous sommes assaillis de mille excitations, de mille influences émanant du monde extérieur; c'est en cela que consiste l'existence; c'est là ce qui nous procure des sensations à la fois agréables et nécessaires. L'exagération de ces jouissances est funeste à bien des gens sans doute, mais ce n'est pas une raison pour y renoncer. Parce que beaucoup d'hommes mangent à l'excès, qui donc voudrait qu'on ne mangeât plus du tout? Quel est celui qui se condamnerait, au lieu de ces matières végétales ou animales si agréables au goût, à se nourrir d'insipides mélanges d'albuminoïdes, de graisse, d'amidon, etc., et cela parce que maint personnage a fait des excès de table à des repas de Lucullus? Tout est susceptible d'excès; c'est à l'homme intelligent de trouver sa mesure.

SUR LES BASES DE L'OPIUM.

Par O. Hesse (1).

Traduit de l'allemand pour le *Moniteur scientifique* par M. Auguste Guerout.

De tous les procédés employés pour préparer la morphine, celui de Robertson, modifié par Gregory, est seul considéré comme permettant d'obtenir les autres alcaloïdes de l'opium. Ce procédé repose sur la transformation au moyen du chlorure de calcium des sels de ces bases en chlorures. A un certain degré de concentration et à une basse température, les chlorures de morphine, de pseudomorphine et de codéine se déposent peu à peu, tandis que, suivant Anderson, ceux de narcotine, de narcéine, de thébaïne et de papavérine restent en solution. Depuis l'époque où Anderson a publié ses intéressantes recherches sur ce sujet, de nouvelles bases ont été découvertes dans l'opium et il devenait intéressant de rechercher si ces nouveaux alcaloïdes se trouvent aussi dans la liqueur-mère dont nous venons de parler. Comme ces nouvelles bases sont plus ou moins solubles dans l'ammoniaque, on pourrait présumer qu'en additionnant de son volume d'eau chaude cette liqueur-mère et la précipitant ensuite par un excès d'ammoniaque, la solution contiendrait les bases en question.

(1) Ce mémoire a déjà paru en extraits, interprété par les excellents traducteurs du *Journal de pharmacie* et du *Bulletin de la Société chimique*, mais son importance nous engage à le donner *in extenso*, tel qu'il a paru dans les célèbres *Annales de Liebig*. Dr Q.

Le résultat de l'expérience n'a pas complétement répondu à notre attente : une petite quantité de *lanthopine* reste dans le précipité résineux que l'on obtient La solution claire, séparée de ce précipité, fut agitée avec une quantité suffisante d'éther pour isoler les bases, qui furent ensuite enlevées à la solution éthérée au moyen d'acide acétique étendu. En traitant ces acétates par de la soude caustique, une partie des bases furent précipitées ; les autres restèrent en solution et on s'occupa d'abord de séparer les bases contenues dans cette solution. Dans ce but, on l'additionna d'acide chlorhydrique jusqu'à ce qu'elle commençât à se troubler et on précipita par le sel ammoniac ; le précipité fut ensuite soumis, comme la solution précédente, au traitement par l'éther et l'acide acétique. La solution acétique neutralisée par l'ammoniaque laissa déposer au bout de vingt-quatre heures une petite quantité de *lanthopine* qui fut filtrée ; la liqueur filtrée fut alors traitée par un excès d'ammoniaque qui donna un précipité résineux.

Ce précipité se dissolvit facilement dans l'alcool étendu bouillant ; par refroidissement, il se déposa une grande quantité de cristaux blancs consistant en un mélange de *laudanine* et de *cryptopine* dont on put effectuer la séparation au moyen de l'iodure de potassium. (Voyez laudanine.)

La liqueur-mère alcoolique devait contenir la *méconidine* et la *codamine* ; en chassant l'alcool, il se déposa une matière résineuse brune que l'on traita par de petites quantités d'éther bouillant pour lui enlever ces bases. Mais ni la solution éthérée ni le résidu insoluble ne donnèrent avec l'acide sulfurique étendu la coloration rouge caractéristique de la *méconidine*, qui, par suite, devait avoir été décomposée dans le cours du procédé de préparation de la morphine. D'un autre côté, nous ne pouvions d'abord réussir à obtenir de la solution éthérée des cristaux de *codamine*. Comme l'iodure de cette base est bien cristallisé et peu soluble, nous cherchâmes à obtenir cet iodure. Dans ce but, la solution acétique fut additionnée d'un peu d'iodure de potassium ; il ne se déposa d'abord qu'une masse résineuse, puis on vit s'y former des cristaux ainsi que sur les parois du vase. Comme ces cristaux continuèrent à se former, quoique très-lentement, on décanta et on chercha à accélérer leur formation en introduisant dans le liquide un corps floconneux. Cette expérience réussit ; l'addition d'un peu de nitrate d'argent précipita non-seulement de l'iodure d'argent, mais aussi provoqua la précipitation d'iodure de codamine. La codamine fut ensuite séparée du précipité comme on l'indiquera au chapitre de cette base.

Plus tard on obtint encore la codamine en traitant la solution éthérée brune par du chlorure de calcium fondu, qui sépara l'eau, l'alcool (1) et une grande partie de la matière colorante amorphe, de sorte que la base put alors cristalliser. De la même manière, la solution acétique des bases, débarrassée par le sel marin de la matière résineuse, puis traitée par l'ammoniaque et ensuite par l'éther, fournit par évaporation un peu de *codamine*.

Nous n'avons pas réussi à retirer d'autres cristaux de la dernière solution éthérée.

L'examen du résidu insoluble dans la soude caustique devait présenter un grand intérêt ; ce résidu devait contenir, en effet, la *thébaïne* et la *papavérine*. De ces deux bases, la thébaïne neutralise complétement l'acide acétique, tandis que la papavérine ne présente pas cette propriété ; on devait donc songer à trouver là un moyen de séparer les deux alcaloïdes.

Dans ce but, la masse réduite en poudre fine fut mise à digérer à une douce chaleur avec de l'alcool étendu, et on ajouta en même temps de l'acide acétique faible jusqu'à ce que la liqueur fût faiblement acide au papier de tournesol ; on ajouta alors 3 volumes d'eau bouillante, ce qui produisit un précipité cristallin. Le mélange fut maintenu quelque temps à 50 degrés pour chasser l'alcool, et on filtra. Le résidu de *papavérine* et de *narcotine* fut traité comme il est indiqué plus bas à l'article *narcotine*.

La liqueur filtrée, additionnée d'acide tartrique en poudre, donna d'abondants cristaux de bitartrate de thébaïne. Ce sel se dissout facilement dans l'acide chlorhydrique concentré, quand donc, au lieu d'acide tartrique, on ajoute de l'acide chlorhydrique, il ne se produit aucune cristallisation de sel de thébaïne. Cependant, l'addition d'acide chlorhydrique provoque la formation de cristaux très-analogues à ceux de bitartrate de thébaïne, mais qui sont formés

(1) L'éther employé contenait un peu d'alcool.

de chlorure de cryptopine. Malheureusement, la liqueur-mère du sel de cryptopine, à cause de la grande quantité d'acide chlorhydrique (1) qui avait dû y être ajoutée pour déterminer la cristallisation de la base, ne se prêtait pas à la séparation des autres alcaloïdes. Nous revenons donc à la liqueur dont la thébaïne avait été précipitée par l'acide tartrique. On neutralise exactement cette solution à chaud par de l'ammoniaque. Après refroidissement, on y ajoute 3 pour 100 de son poids de bicarbonate de soude délayé dans de l'eau et on abandonne le mélange pendant une huitaine de jours ; il se dépose une masse noire analogue à la poix. On décante alors le liquide surnageant, peu coloré, et on le traite par de l'ammoniaque qui précipite une quantité notable de matière résineuse. La solution alcaline séparée de ce précipité est alors agitée avec de la benzine ; puis, ayant décanté cette benzine, on s'en sert pour épuiser le précipité résineux à la température de son ébullition. On laisse refroidir jusqu'à 40 degrés, on décante (voyez cryptopine et protopine) et on agite cette liqueur avec une solution aqueuse saturée de bicarbonate de soude ; la solution benzinique claire, exposée alors à une basse température, ne tarde pas à déposer une forte proportion de laudanosine (voyez le chapitre de cette base). Dès que les cristaux n'augmentent plus, on décante la benzine, on filtre, et, au moyen d'un courant ménagé d'acide chlorhydrique gazeux, on précipite l'hydrocotarnine (voyez hydrocotarnine). La benzine séparée des cristaux de chlorure d'hydrocotarnine contenait encore des bases; mais, n'ayant pu les amener à cristallisation, on ne s'en occupa pas tout d'abord. Indiquons seulement ici que la solution benzinique qui fournit la laudanosine laisse d'abord déposer un alcaloïde qui se présente sous la forme de flocons jaunâtres ; cette base se dissout facilement dans l'essence de pétrole bouillante et se dépose ensuite de cette solution sous forme d'une poudre blanche amorphe, donnant une solution bleue avec de l'acide sulfurique ferrifère.

Nous avons eu dans le cours de nos recherches à examiner l'action de l'acide sulfurique pur et de ce même acide contenant du fer sur un grand nombre des alcaloïdes de l'opium, et nous nous sommes convaincu que le sulfate de fer, que l'on regardait comme complétement insoluble dans l'acide sulfurique concentré, se dissout un peu dans cet acide ; on obtient cet acide ferrifère en traitant par de l'acide pur de l'oxyde de fer ou en ajoutant à l'acide un peu de chlorure de fer. Il se dépose un peu de sulfate de fer ; on décante alors et on emploie la solution comme réactif. On peut employer un acide tenant en suspension du sulfate de fer, mais la réaction est alors difficile à observer. Parfois cet acide se forme de lui-même, quand, par exemple, il a été conservé longtemps dans des vases de verre contenant du fer et que ce verre a été attaqué.

Nous pouvons dès à présent donner un exemple de la différence que produit dans la réaction la présence du sulfate de fer.

On sait que la codéine ne se colore pas par l'addition du perchlorure de fer, et, d'après MM. Riegel, Guy et T.-H. Smith, elle se dissout sans coloration dans l'acide sulfurique pur ; l'acide ferrifère, au contraire, la dissout peu à peu en produisant une belle couleur bleue. Cette dernière réaction n'est d'ailleurs pas nouvelle ; elle a été déjà indiquée par Dragendorf, mais ce chimiste dit que son acide était pur. Si on fait à 150 degrés cette réaction de la codéine, il n'y a plus de différence entre l'action de l'acide sulfurique pur et celle de l'acide contenant du fer ; dans les deux cas, la solution obtenue est vert sale.

D'après tout ce qui précède, la méthode Robertson-Gregory, pour la préparation de la morphine permet d'obtenir, en outre, la codéine, la thébaïne, la papavérine, la narcéine, la narcotine, la pseudomorphine, la laudanine, la codamine, la lanthopine, la cryptopine, la protopine, la laudanosine et l'hydrocotarnine, tandis que la méconidine se trouve décomposée. Nous ne nous sommes pas borné à séparer et caractériser ces différentes bases, mais nous avons en outre étudié avec soin celles qui n'avaient pas déjà été l'objet de recherches sérieuses. C'est à cette étude que sont consacrées les pages suivantes.

PSEUDOMORPHINE.

Nous avons déjà donné la préparation de cette base (2). Mais, depuis cette époque, nous

(1) On aurait pu se débarrasser de l'acide chlorhydrique au moyen du carbonate de plomb ; mais la solution contient alors une certaine quantité de thébaïcine, ce qui complique le problème.

(2) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, CXLI, 87.

avons reconnu qu'on ne réussit pas toujours à extraire cet alcaloïde de l'opium, vraisemblablement parce que l'opium n'en contient pas toujours ou n'en contient quelquefois qu'une très-minime quantité. Dans l'espace de quatre ans, nous n'avons pu qu'une fois constater une proportion notable de pseudo-morphine dans un opium de Smyrne de très-bonne qualité.

Quand on précipite par l'ammoniaque sa solution chlorhydrique, la pseudomorphine qui se précipite contient toujours de l'eau de cristallisation ; cependant, il y a au moins deux combinaisons différentes se distinguant par leur proportion d'eau de cristallisation. On savait déjà que la pseudomorphine, desséchée à 120 degrés à l'air humide, perd de 6 à 7 pour 100 d'eau, et on en concluait à l'existence probable de la combinaison $C^{17}H^{19}AzO^4 + H^2O$. Pour élucider cette question, nous avons précipité par de l'ammoniaque une solution étendue chaude de pseudomorphine et séché à l'air libre les écailles d'alcaloïdes qui se déposèrent. Deux quantités différentes de ces cristaux, et préparées séparément, furent ensuite soumises à une température de 130 degrés :

La première, pesant $0^{gr}.3365$, perdit 0.032 H^2O = 9.50 pour 100.
La deuxième, — $0^{gr}.820$ — 0.069 H^2O = 8.42 —

La formule $C^{17}H^{19}AzO^4 + 1\,1/2H^2O$ exigerait 8.2 pour 100 d'eau.

Nous croyons donc que cet hydrate est un mélange de $C^{17}H^{19}AzO^4 + H^2O$ et de $C^{17}H^{19}AzO^4 + 4H^2O$. Ce dernier hydrate se produit quand on mélange une solution aqueuse étendue de chlorure de la base avec du tartrate de potasse et de soude. Il se présente sous la forme de petites écailles blanches brillantes, se comportant comme l'autre hydrate vis-à-vis de l'eau et de l'alcool. Deux portions de cet hydrate furent chauffées à 130 degrés :

La première, pesant $1^{gr}.283$, perdit $0^{gr}.2335$ H^2O.
La deuxième, — $0^{gr}.846$, — $0^{gr}.1525$ H^2O.

En outre, $0^{gr}.304$ donnèrent, à l'analyse organique, 0.609 CO^2 et 0.191 H^2O.
3° $1^{gr}.042$, provenant d'une autre préparation, perdirent, à 130 degrés, 0.190 H^2O.

Calculé pour la formule $C^{17}H^{19}O^4Az + 4H^2O$.				Trouvé. I.	II.	III.
C^{17}	204	54.69	54.63	....	....	....
H^{27}	27	7.23	6.98	....	....	....
Az	14	3.75		....	....	....
O^8	128	34.33		....	....	....
	373	100.00				
$4O^2O$	72	19.30		18.19	18.02	18.24

Si l'on trouve un peu moins d'eau que n'en exige la formule, c'est que l'hydrate contenait sans doute un peu du composé $C^{17}H^{19}AzO^4 + H^2O$.

La pseudomorphine se dissout sans coloration dans l'acide sulfurique concentré; la liqueur ne tarde pas cependant à prendre une teinte vert olive. Quand on fait chauffer cette solution sulfurique fraîchement préparée, la coloration vert sale se produit rapidement, comme cela a lieu dans le cas de la morphine. Quand on étend d'eau la solution sulfurique préparée à froid, il se produit un précipité blanc cristallin de pseudomorphine.

Traitée par de l'acide nitrique d'une densité de 1.06, la pseudomorphine donne d'abord naissance à du nitrate, mais ce dernier se transforme bientôt en nitrate de nitropseudomorphine, si on a employé un petit excès d'acide nitrique. Cependant, ce nouveau dérivé, qui apparaît sous la forme de petits cristaux jaunes, disparaît aussi vite qu'il s'est produit, de sorte qu'il ne nous a pas été possible de nous en procurer assez pour pouvoir l'étudier.

Sous l'influence des agents réducteurs tels que l'acide sulfureux, l'hydrogène sulfuré, l'hydrogène produit par le zinc au contact d'un acide ou d'un alcali, la pseudomorphine n'éprouve aucun changement.

Voici quelques détails sur les sels :

Tartrate acide de pseudomorphine ($C^{17}H^{19}AzO^4, C^4H^6O^6 + 6H^2O$). — Ce sel se présente sous la forme de petits prismes incolores. On l'obtient en dissolvant la base à une douce chaleur dans de l'acide tartrique étendu ou en précipitant son acétate par de l'acide tartrique ; on le purifie facilement en le faisant recristalliser dans l'eau bouillante. Ce sel se dissout assez fa-

cilement dans l'eau bouillante, tandis qu'il faut 429 parties d'eau pour en dissoudre une partie à 18° C.

Tartrate neutre de pseudomorphine. — Nous n'avons pas réussi à le produire.

Bromure de pseudomorphine. — Se produit quand on précipite l'acétate par le bromure de potassium; il cristallise en petits prismes blancs peu solubles dans l'eau.

Iodure de pseudomorphine ($C^{17}H^{19}AzO^4,HI + H^2O$). — Cet iodure se prépare par double décomposition en précipitant le chlorure de pseudomorphine par une solution d'iodure de potassium aiguisée par de l'acide acétique. Il se dépose de ses solutions étendues en petits prismes incolores, qui, à 18° C., se dissolvent dans 793 parties d'eau.

Chromate de pseudomorphine ($2C^{17}H^{19}AzO^4,Cr^2H^2O^7$). — Quand on traite du chlorure de pseudomorphine par une solution de bichromate de potasse, il se forme un précipité jaune composé de petits prismes qui, vu en masse, est jaune brun et prend une teinte café quand il a été desséché à 80 degrés. Il faut éviter de chauffer le liquide pendant la précipitation parce qu'alors il y a décomposition et il se dépose un sel plus coloré. Ce chromate contient de l'eau de cristallisation; il en perd les deux tiers quand on le dessèche sur de l'acide sulfurique, et devient complétement anhydre à 80 degrés. Chauffé un peu au-dessus de 100 degrés, il brûle en laissant pour résidu de l'oxyde de chrome.

Ce sel est insoluble à chaud et à froid dans l'alcool, et il faut, pour le dissoudre à 18 degrés, 1090 parties d'eau.

LANTHOPINE.

Cette base ressemble à la pseudomorphine en ce qu'elle ne neutralise pas l'acide acétique; mais elle ne se colore pas par le perchlorure de fer, et ses sels sont plus solubles dans l'eau que ceux de pseudomorphine. Nous nous sommes borné à l'étude des sels suivants :

Tartrate acide de lanthopine. — Ce sel cristallise en prismes délicats très-solubles dans l'eau et l'alcool.

Oxalate acide de lanthopine. — Se dépose en masses gélatineuses qui deviennent ensuite cristallines; elles se dissolvent très-bien à froid dans l'eau et l'alcool.

Il faut ajouter que la lanthopine pure se dissout sans coloration dans l'acide sulfurique concentré pur, aussi bien que dans l'acide ferrifère, et que, dans les deux cas, la solution devient, à 15° C., d'abord jaune brun, puis brun foncé.

LAUDANINE.

Comme nous l'avons indiqué plus haut, on obtient la laudanine mêlée à un peu de cryptopine. Pour le séparer de cette base, on dissout le mélange dans de l'acide acétique et on traite cette solution par un excès de soude caustique; la cryptopine est précipitée et il n'en reste que des traces en solution. Quand le précipité est devenu cristallin, on filtre et on ajoute du sel ammoniac à la solution; il se produit un précipité amorphe qui devient bientôt cristallin et que l'on recueille. On le dissout ensuite dans l'acide acétique et on précipite la solution par de l'iodure de potassium en léger excès. Il se forme aussitôt un précipité cristallin, d'abord blanc, puis jaune, d'iodure de laudanine, tandis que la cryptopine, qui pourrait être encore présente, reste en solution. On lave bien cet iodure à l'eau froide et on le met en digestion avec de l'ammoniaque; la base se sépare, on la dissout dans l'acide acétique, et, après avoir décoloré la solution au moyen du noir animal, on reprécipite par l'ammoniaque et on fait cristalliser dans l'alcool bouillant.

Ce que nous avons publié précédemment sur les propriétés de cette base (1) s'est trouvé confirmé par nos nouvelles expériences, excepté pour ce qui est du point de fusion qui s'est trouvé de 166 degrés au lieu de 165 degrés indiqués précédemment; en outre, au lieu de 540 parties d'éther nécessaires pour dissoudre une partie de laudanine, nous avons trouvé cette fois qu'il en faut 647; seulement, comme cette solution a été obtenue en précipitant un sel de la base et traitant par l'éther cette base fraîchement précipitée, il peut se faire qu'il y ait eu sursaturation.

---

(1) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, CLIII, 53.

La laudanine se comporte avec l'acide sulfurique d'une manière digne de remarque. A 20 degrés, l'acide concentré pur se colore en rose faible ; à 150 degrés, il devient rouge violet sale, tandis que l'acide ferrifère est rose intense à 20 degrés et d'un beau violet foncé à 150 degrés.

L'analyse de la substance pure ne s'accorde pas avec celle faite précédemment. Nous avions trouvé C = 73.21 pour 100, H = 7.68 pour 100, et Az = 4.38 pour 100. Le nouveau produit absolument pur nous a donné les résultats suivants ;

I. $0^{gr}.2340$ ont donné 0.5985 CO^2 et 0.158 H^2O.
$0^{gr}.3270$ — 0.013796 Az.

II. $0^{gr}.2490$ ont donné 0.6385 CO^2 et 0.166 H^2O.

Ces nombres mènent à la formule $C^{20}H^{25}AzO^4$.

La laudanine est une base forte et forme avec les acides des sels bien définis ; mais elle peut aussi se combiner à d'autres bases. Si on la dissout dans de la potasse étendue et qu'après avoir chauffé légèrement on ajoute une solution concentrée de potasse, il se dépose par refroidissement de longues aiguilles soyeuses groupées en étoiles. L'addition d'une nouvelle quantité de potasse favorise tellement le dépôt de cette combinaison que le mélange finit par n'être plus qu'une masse de cristaux. Cette combinaison se dissout facilement dans l'eau et dans l'alcool, mais elle est insoluble dans la potasse et la soude caustique. A l'air, les cristaux finissent par perdre leur éclat ; il se détache une poussière blanche de laudanine ; et ils ne se dissolvent plus qu'incomplétement dans l'eau.

La soude produit une combinaison analogue.

Nous avons dû renoncer à faire l'étude de ces corps intéressants, n'ayant pu les débarrasser complétement de l'alcali.

Il suit de cette réaction de la laudanine que, lorsqu'on veut la séparer de la cryptopine au moyen de la potasse, il faut éviter un excès de la solution alcaline.

Chlorure de laudanine ($C^{20}H^{25}AzO^4,HCl + 6H^2O$). — Quand on ajoute un excès d'acide chlorhydrique à la solution chlorhydrique de la base, ce sel se dépose en petits prismes blancs groupés en globules concentriques que l'on peut facilement obtenir à l'état pur en les faisant recristalliser dans l'eau.

Ce sel est neutre aux papiers colorés ; il est très-soluble dans l'eau et l'alcool, insoluble dans l'éther, très-peu soluble dans l'eau salée et presque insoluble dans l'acide chlorhydrique. Il perd une partie de son eau de cristallisation à la température ordinaire sous l'exsiccateur ; le reste est chassé à 90 degrés. Un peu au-dessus de 100 degrés, il se colore en jaune et fond bientôt en une masse jaune sans perdre de son poids.

Bromure de laudanine ($C^{20}H^{25}AzO^4,HBr + H^2O$). — S'obtient en globules cristallins en précipitant par le bromure de potassium une solution neutre d'acétate de laudanine. Il est neutre aux papiers réactifs et se dissout facilement dans l'alcool. A 20 degrés, il se dissout dans 29 parties d'eau ; à 100 degrés, il perd son eau de cristallisation, puis il se colore et fond.

Iodure de laudanine ($C^{20}H^{25}AzO^4,HI + H^2O$). — Se forme d'une façon analogue au précédent. Il forme une poudre cristalline blanche composée de petits globules qui, par un long séjour dans la liqueur-mère, se colorent peu à peu en jaune. Il est assez soluble dans l'eau chaude et l'alcool, très-peu soluble dans l'eau froide et presque insoluble dans l'iodure de potassium et l'eau salée. A 15 degrés, il faut, pour le dissoudre, 500 fois son poids d'eau. A 100 degrés, il perd facilement son eau de cristallisation et fond vers 130 degrés en un liquide jaune qui, par refroidissement, se solidifie sans cristalliser.

Acétate de laudanine. — Quand on dissout de la laudanine dans de l'acide acétique, de telle sorte que la solution ne fasse que rougir légèrement le papier de tournesol, puis qu'on évapore à un petit volume à une température de 40 degrés environ, l'acétate se dépose graduellement en petites aiguilles solubles dans l'eau.

Sulfate neutre de laudanine. — S'obtient en saturant exactement la base par de l'acide sulfurique étendu. La liqueur neutre, évaporée à une douce chaleur, laisse un résidu blanc amorphe soluble dans l'eau, mais que nous n'avons pu faire cristalliser.

Sulfate acide de laudanine ($C^{20}H^{25}AzO^4,5H^2O^4 + 4H^2O$). — Quand, à la solution aqueuse

concentrée du sulfate neutre, on ajoute un peu d'acide sulfurique étendu, la solution se prend bientôt en masse par suite de la formation de cristaux de bisulfate de laudanine. Ce sel forme de petits prismes blancs très-solubles dans l'eau et l'alcool, mais qui se dissolvent très-difficilement à la température ordinaire dans l'acide sulfurique étendu. Ils perdent complétement leur eau de cristallisation quand on les dessèche sur de l'acide sulfurique, et fondent un peu au-dessus de 100 degrés en un liquide jaune qui se solidifie facilement par refroidissement.

Oxalate neutre de laudanine. — Lorsqu'on sature exactement cette base avec une solution d'acide oxalique et qu'on évapore cette solution à une température modérée, on obtient une masse sirupeuse incolore dans laquelle il se dépose au bout d'un certain temps de petites écailles. Ce sel est des plus solubles dans l'eau et l'alcool ; il est insoluble dans l'éther.

Oxalate acide de laudanine ($C^{20}H^{25}AzO^4, C^2H^2O^4 + 6H^2O$). — Si on ajoute à une solution aqueuse d'oxalate neutre son équivalent d'acide oxalique également dissous, le bioxalate se dépose aussitôt à l'état cristallin ; on peut aussi l'obtenir directement en dissolvant dans un peu d'eau bouillante équivalents égaux de l'acide et de la base.

Quand on le dissout dans l'eau chaude et qu'on laisse refroidir la liqueur, ce sel cristallise en petits prismes incolores en groupements rayonnés qui perdent sous l'exsiccateur la majeure partie de leur eau de cristallisation, tandis qu'il faut les chauffer à 90 degrés pour les avoir anhydres. Ils fondent vers 110 degrés en un liquide jaune ; ils sont solubles dans l'alcool et l'eau chaude, et peu solubles dans l'eau froide qui, à 10 degrés, en dissout $^1/_{45}$ de son poids.

Tartrate neutre de laudanine. — En neutralisant la laudanine par une solution étendue d'acide tartrique, puis évaporant la liqueur à une douce chaleur, on obtient une masse amorphe, sirupeuse, soluble dans l'eau, qui ne semble pas cristallisable.

Tartrate acide de laudanine. — L'alcaloïde, traité à chaud par un peu plus que son équivalent d'acide tartrique, laisse par refroidissement déposer ce sel en petits prismes agglomérés. Ce sel perd à la température ordinaire dans l'exsiccateur une partie de son eau de cristallisation ; mais elle n'est complétement chassée qu'à 100 degrés ; à cette température, le sel fond. A 15 degrés, une partie de ce tartrate exige, pour sa dissolution, 20.6 parties d'eau.

D'après nos analyses, la formule de ce sel est ($C^{20}H^{25}AzO^4, C^4H^6O^6 + 3H^2O$) ; sous l'exsiccateur, il perd $2H^2O$.

Chromate de laudanine. — Matière résineuse brune que l'on obtient en précipitant à la température ordinaire une solution aqueuse de sulfate de laudanine par du bichromate de potasse.

Chloroplatinate de laudanine ($C^{20}H^{25}AzO^4, HCl^2 + PtCl^4 + 2H^2O$). — S'obtient de la manière qui a déjà été indiquée. Ce double sel se décompose un peu au-dessus de 100 degrés ; il commence par fondre, puis émet des vapeurs jaunes qui se condensent en un liquide jaune foncé. A 35 degrés, il perd toute son eau hygroscopique, et ce n'est que vers 90 à 100 degrés qu'il abandonne son eau de cristallisation.

Chlorure d'or et de laudanine. — Précipité jaune amorphe qui fond dans l'eau bouillante, se dissout alors un peu et laisse bientôt déposer de l'or métallique.

CODAMINE.

Le procédé décrit plus haut fournit la codamine partie à l'état d'iodure (mélangé d'un peu d'iodure d'argent), partie à l'état libre. Après avoir, dans ce dernier cas, converti la base en iodure, on décompose ce dernier par l'ammoniaque et on extrait l'alcaloïde par de l'éther. Après avoir été lavée avec du bicarbonate de soude et filtrée sur un peu de noir animal, cette solution éthérée donne par évaporation de beaux cristaux incolores. Si l'on dissout ces cristaux dans l'acide acétique, que l'on précipite par l'ammoniaque la solution chaude, puis que l'on agite le mélange avec une quantité suffisante de benzine également chaude, la benzine s'empare de la base, et, par refroidissement, la laisse déposer en petits prismes. Ces prismes fondent à 126° C., tandis que la codamine qui a cristallisé dans l'éther ou l'alcool ne fond que vers 120 degrés. Quand on chauffe cet alcaloïde au-dessus de son point de fusion, il brunit d'abord et grimpe en courants huileux le long des parois du vase pendant que la décomposition s'effectue de plus en plus. Le sublimé que nous avions observé précédemment dans ces

circonstances semble être du carbonate d'ammoniaque, car les conditions de l'expérience rendaient possible sa formation (1).

Cette base est, comme on sait, facilement soluble dans la soude et la potasse. Cependant un excès de solution concentrée de potasse produit dans cette liqueur un précipité amorphe, consistant sans doute en une combinaison de la base végétale avec l'alcali.

Le perchlorure de fer colore la codamine en beau vert foncé et il se dépose peu à peu de l'oxyde de fer; c'est donc la même réaction qu'avec la laudanine. Mais, tandis que cette dernière base se colore en rouge orange sous l'influence de l'acide nitrique, cet acide dissout la codamine en produisant une solution d'un beau vert foncé, ce qui distingue la codamine non-seulement de la laudanine, mais encore de tous les autres alcaloïdes de l'opium.

A une température d'environ 20 degrés, l'acide sulfurique concentré pur dissout la codamine sans coloration; à 150 degrés, la solution devient rouge violet sale; mais si on emploie l'acide sulfurique qui contient du sulfate de fer, la liqueur est d'un beau bleu vert à 20 degrés et passe au violet foncé vers 150 degrés.

Quand l'acide sulfurique contient du chlore, il se comporte d'une façon analogue. S'il renferme des traces d'acide nitrique, il colore la codamine en noir et il se forme autour de la base solide des filets rayonnants d'un vert intense. Bientôt tout le liquide est coloré en jaune brun. Vient-on à le chauffer, il laisse dégager des gaz et se décolore, tandis que la base elle-même se trouve comburée.

La solution acétique de cette base donne, lorsqu'on y verse du chlorure de chaux, un précipité blanc, floconneux, insoluble dans l'acide acétique; en présence d'un excès de chlorure de chaux, ce précipité devient brun.

Pour ce qui est de la composition élémentaire de la codamine, nous devons dire que nos derniers procédés de purification nous ont permis de débarrasser la codamine d'une substance qui contient plus de carbone qu'elle (70.5 pour 100). Cependant la matière qui a servi à nos premières analyses semble avoir été pure, et ce n'est que par suite d'une erreur de calcul que nous avions alors trouvé plus de carbone que dans nos nouvelles recherches. Ces premières analyses (2) donnaient des nombres voisins de ceux qui correspondent à la formule $C^{20}H^{23}AzO^{4}$; mais nos nouvelles analyses et la moyenne de toutes celles que nous avons faites conduisent à la formule $C^{20}H^{25}AzO^{4}$, que nous admettrons comme la vraie formule de cette base. On sait que la codamine est anhydre et ne subit à 100 degrés aucune perte de poids.

A peu d'exceptions près, les sels de codamine ont des propriétés qui n'engagent pas à les étudier d'une manière approfondie. A cela vient s'ajouter qu'on ne retire d'une grande quantité des eaux-mères de la morphine qu'un ou 2 grammes de codamine, de sorte que nous n'avons pu faire qu'un nombre limité de dosages.

Chlorure de codamine. — A une réaction neutre, est amorphe et soluble dans l'eau. Il est précipité de sa solution aqueuse concentrée par le sel marin en gouttes huileuses; mais si la solution est étendue, rien n'est précipité.

Chloroplatinate de codamine. — Précipité jaune amorphe, très-peu soluble dans l'eau, et qui, desséché à 35 degrés, a pour formule $2(C^{20}H^{25}AzO^{4}, HCl) + PtCl^{4} + 2H^{2}O$. — Ce composé perd son eau à 100 degrés; à 110 degrés, il commence à se décomposer; il prend d'abord une teinte foncée, puis il finit par se boursouffler.

Chlorure double d'or et de codamine. — Flocons jaunes, amorphes; se réduisent facilement en or métallique.

Chlorure double de mercure et de codamine. — Semble très-soluble, car le sublimé corrosif ne produit aucun précipité dans une solution assez concentrée de chlorure de codamine.

Iodure de codamine. — S'obtient à l'état de poudre blanche cristalline en précipitant par l'iodure de potassium une solution de chlorure de codamine; il est soluble dans l'alcool et dans l'eau chaude, mais très-peu soluble dans l'eau froide; il est neutre aux papiers réactifs et perd, à 100 degrés, son eau de cristallisation.

---

(1) C'est en brûlant la substance dans un courant d'oxygène que cette sublimation fut observée. Le dépôt s'était formé entre la nacelle de platine et l'oxyde de cuivre.

(2) *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, IV, 694.

Tartrate acide de codamine. — On l'obtient en dissolvant ensemble dans un peu d'eau équivalents égaux de base et d'acide ; en évaporant la liqueur, il reste sous forme de résidu sirupeux, soluble dans l'eau et l'alcool, qui laisse au bout d'un temps assez long déposer des aiguilles blanches.

Oxalate acide de codamine. — Se prépare d'une façon analogue au précédent et jouit des mêmes propriétés.

Oxalate neutre de codamine. — Amorphe et très-soluble dans l'eau ; il en est de même de l'acétate.

Picrate de codamine. — Poudre jaune amorphe, peu soluble dans l'eau froide, mais facilement soluble dans l'eau chaude.

NARCOTINE.

Dans le traitement que nous avons indiqué, la narcotine reste en solution dans la liqueur noire, d'où on l'extrait mêlée à beaucoup de papavérine. Pour se débarrasser autant que possible de la matière brune amorphe, on dissout le mélange dans l'alcool bouillant et on obtient par refroidissement une masse cristalline plus pure ; on dissout cette masse dans l'eau avec un tiers d'acide oxalique ; par refroidissement et à l'aide d'agitations répétées, la majeure partie de la papavérine cristallise à l'état d'oxalate, tandis que toute la narcotine reste en solution. Pour retirer des eaux-mères ce qu'elles contiennent encore de sel de papavérine, il est bon de précipiter ces eaux-mères par l'ammoniaque, puis de traiter de nouveau par $^1/_3$ d'acide oxalique le précipité résineux ainsi obtenu, en employant aussi peu d'eau que possible. Au bout de quelques jours, si on a eu soin d'agiter, tout le sel de papavérine s'est déposé et il n'en reste plus que des traces en solution. On étend maintenant d'eau cette solution, on précipite par l'ammoniaque et on obtient la narcotine sous forme d'un précipité floconneux que l'on fait cristalliser dans l'alcool pour lui enlever les dernières traces de papavérine ; l'alcaloïde ainsi obtenu ne contient aucune autre base.

Matthiessen et Foster (1) ont assigné à la narcotine la formule $C^{22}H^{23}AzO^7$, tandis qu'on avait jusque là adopté la formule $C^{23}H^{25}AzO^7$. Dans ces circonstances, nous avons cru devoir faire quelques dosages avec la base pure.

$0^{gr}.2575$ de la matière desséchée à 100 degrés nous ont donné $0^{gr}.603$ CO^2 et $0^{gr}.130$ H^2O.

	La formule $C^{22}H^{23}AzO^7$ exige :		Nos analyses donnent :
C^{22}	264	63.92	63.86
H^{23}	23	5.67	5.62
Az	14	3.39	.....
O^7	112	17.12	.....
	413	100.00	

Ce qui confirme la conclusion de MM. Matthiessen et Foster.

Comme les échantillons de narcotine de diverses provenances donnent lieu, dès qu'ils sont purs, aux mêmes réactions, nous croyons que l'on n'avait d'abord analysé que des mélanges de narcotine et de papavérine. C'est ainsi que Husemann (2) dit que, parmi divers échantillons de narcotine, celui qui semblait le plus pur donnait avec l'acide sulfurique pur une coloration violette ; cette coloration indique la présence de la papavérine.

D'après nos observations, la narcotine se dissout dans l'acide sulfurique concentré, pur ou ferrifère, avec une coloration jaune verdâtre. Sous l'influence d'une douce chaleur, la solution devient d'abord rouge orange, puis cramoisi ; puis, à la température où il commence à se dégager des vapeurs d'acide sulfurique, la surface du liquide se couvre de rayons bleus violets, et enfin tout le liquide se colore en rouge violet sale.

La narcotine est insoluble dans l'eau froide ; elle se dissout assez dans l'eau chaude et se sépare par refroidissement sous forme de cristaux miroitants ; elle se dissout aussi très-facilement dans l'alcool bouillant, qui la laisse ensuite cristalliser sous forme de beaux prismes

(1) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, Suppl. Bd. I, 330.
(2) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, CXXVIII, 308.

incolores sans qu'il reste rien en solution. Cet alcaloïde se dissout à 16 degrés dans 166 fois son poids d'éther, et, suivant Duflos (1), dans 126 parties d'éther froid d'une densité de 0.735.

L'ammoniaque ne dissout que des quantités très-minimes de narcotine ; elle est insoluble à la température ordinaire dans la potasse, la soude, l'eau de chaux et l'eau de baryte ; elle se dissout cependant à chaud dans ces liqueurs alcalines et d'autant plus que la liqueur est plus élevée. Si, par exemple, on laisse refroidir la solution obtenue en faisant bouillir de l'eau de chaux avec de la narcotine, il ne se dépose pas de narcotine et on ne peut non plus en extraire de la solution au moyen de l'éther ; mais si on ajoute un peu de sel ammoniac, il se dépose de la narcotine, parce que la combinaison de la narcotine et de chaux est décomposée et que l'ammoniaque mis en liberté ne suffit pas à retenir tout l'alcaloïde en solution. Il est bon de tenir compte de cette propriété dans la préparation de la narcotine par le procédé de Mohr. Quand on chauffe de la narcotine avec de l'eau de baryte, avant que la solution de baryte soit à l'ébullition, les cristaux de narcotine fondent et finissent par disparaître, et la solution contient du *narcotinate de baryte*, si l'on peut s'exprimer ainsi ; l'éther n'enlève pas de narcotine à cette solution, mais le sel ammoniac l'en précipite sous forme de précipité gélatineux ou floconneux qui peut alors se dissoudre dans l'éther.

Mais si on fait bouillir longtemps la solution de narcotine dans l'eau de baryte, une partie de l'alcaloïde se décompose et il se forme une substance facilement soluble dans l'éther qui la laisse ensuite cristalliser en prismes groupés concentriquement ; le chlorure de cette nouvelle base est très-soluble et cristallise aussi en prismes déliés. Cette base a beaucoup d'analogie avec l'hydrocotarnine et la réaction pourrait être la suivante :

$$\underbrace{C^{22}H^{23}AzO^{7}}_{\text{Narcotine.}} + H^{2}O = \underbrace{C^{12}H^{15}AzO^{3}}_{\text{Hydrocotarnine.}} + \underbrace{C^{10}H^{10}O^{5}}_{\text{Acide opianique.}}$$

La narcotine fond à 176 degrés en un liquide incolore qui se décompose quand on la chauffe un peu au-dessus de son point de fusion.

Nous avons fait sur les sels de narcotine les observations suivantes :

Chloroplatinate de narcotine. — En mélangeant à froid une solution aqueuse de chlorure de narcotine avec une solution de bichlorure de platine, il se produit un précipité jaune pâle, apparemment amorphe, qui, desséché à l'air libre ou sous l'exsiccateur, a pour formule $2(C^{22}H^{23}AzO^{7},HCl) + PtCl^{4} + H^{2}O$.

Oxalate acide de narcotine. — Si l'on dissout ensemble dans de l'eau bouillante équivalents égaux d'acide oxalique et de la base, puis qu'on évapore à une douce chaleur, ce sel se dépose sous forme d'un liquide dense, huileux, qui se redissout facilement quand on ajoute de l'eau.

Tartrate acide de narcotine. — S'obtient d'une façon analogue au précédent ; c'est un sel complétement amorphe, très-soluble dans l'eau.

Ces deux derniers sels présentent quelque intérêt, si l'on considère que la plupart des bases de l'opium forment avec les acides oxalique et tartrique des composés peu solubles, de sorte que ces acides pourraient servir à opérer la séparation de la narcotine d'avec ces autres alcaloïdes.

Chromate de narcotine $2(C^{22}H^{23}AzO^{7}),Cr^{2}H^{2}O^{7}$. — Lorsqu'on verse du bichromate de potasse dans une solution de narcotine dans l'acide sulfurique étendu, il se forme un beau précipité jaune amorphe, mais qui bientôt s'agglomère et prend une apparence cristalline. Lorsqu'on le dessèche dans l'exsiccateur, ce sel se colore en jaune brun et se décompose vers 70 à 80 degrés en dégageant d'abondantes vapeurs.

Picrate de narcotine. — Précipité floconneux, amorphe, produit par l'addition de picrate de potasse dans une solution de sulfate de narcotine. Ce sel est très-peu soluble dans l'eau froide, mais l'eau chaude le dissout très-facilement et le laisse déposer ensuite en masses amorphes. Dans de l'eau chaude en quantité insuffisante pour le dissoudre, ce picrate fond en gouttes huileuses qui, en refroidissant, se solidifient sans cristalliser.

(1) A. und T. Husemann, *Die Pflanzenstoffe*, S. 147.

PAPAVÉRINE.

Dans la marche que nous avons décrite, la papavérine se trouve mélangée avec la narcotine, dont on la sépare, comme nous l'avons dit, par l'acide oxalique. Après avoir fait recristalliser l'oxalate dans de l'eau, on en retire la base par les moyens indiqués précédemment et on obtient des cristaux doués des propriétés connues de la papavérine.

Pour ce qui est de l'action de l'acide sulfurique concentré sur cette base, nous avons déjà indiqué (1) qu'elle se dissout sans coloration dans cet acide; mais si l'on chauffe, la liqueur prend une faible teinte violette. Quand on met un cristal de papavérine en contact avec de l'acide sulfurique, il se produit, par suite de l'échauffement, une zone violet clair autour du cristal, et ce n'est qu'après cette dernière réaction que le reste du cristal se dissout sans coloration. Il résulte de là que, lorsqu'on traite par l'acide sulfurique une grande quantité de papavérine, le tout se colore en bleu violet et se dissout en produisant une liqueur violette; mais l'intensité de la coloration du liquide ne répond pas à la quantité de base employée, sans doute parce qu'une forte proportion de papavérine se dissout sans coloration; quand l'acide contient du sulfate de fer, la coloration n'est pas aussi intense. Plus la substance est pure et plus on apporte de précaution dans l'emploi de l'acide, plus la coloration a de difficulté à se produire.

Fraîchement préparée, la solution sulfurique de cette base devient laiteuse par l'addition de l'eau; il se forme un précipité résineux qui se convertit bientôt en cristaux de sulfate de papavérine. Aucun autre des alcaloïdes de l'opium ne présente cette propriété; il est vrai que la solution sulfurique de pseudomorphine donne un précipité blanc par une addition d'eau, mais ce précipité est pulvérulent, cristallin, et non pas résineux.

Quand on chauffe cette solution de papavérine dans l'acide sulfurique concentré, on sait qu'elle se colore bientôt en violet foncé; l'eau froide produit alors dans ce liquide un précipité floconneux brun foncé, presque complétement insoluble dans les acides sulfurique et chlorhydrique étendus, l'acide acétique, l'alcool, l'éther et l'eau. L'acide sulfurique concentré le dissout, au contraire, très-facilement, en se colorant en rouge pourpre; il en est de même de l'ammoniaque et de la potasse. Ajouté à la solution ammoniacale, l'acide acétique reprécipite la substance amorphe. La magnifique solution alcaline rouge pourpre possède un grand pouvoir colorant; quelques gouttes suffisent à colorer en rouge une grande masse d'eau froide. Cette matière colorante est la substance à laquelle est due la coloration violette sous l'influence de l'acide sulfurique; il s'en forme d'autant plus que le mélange s'échauffe davantage par suite de la réaction.

La papavérine forme avec l'acide chlorhydrique un sel bien cristallisé, se dissolvant à 18° C. dans 37.3 parties d'eau. Cette détermination fut faite de la manière suivante: le sel en poudre fine fut agité avec de l'eau à la température indiquée; on est alors à l'abri du danger d'obtenir une solution sursaturée, ce qui arrive facilement quand on opère la solution à l'aide de la chaleur. E.-L. Mayer fit une observation analogue sur un corps qu'il obtint en faisant agir du chlorure de zinc sur le chlorure de papavérine pendant peu de temps à 125 degrés. D'après lui, le nouveau corps dériverait de la papavérine suivant l'équation:

$$\underbrace{2C^{20}H^{22}AzO^{4}}_{\text{Papavérine suivant Mayer.}} - H^{2}O = \underbrace{C^{40}H^{42}Az^{2}O^{7}}_{\text{Nouveau corps.}}$$

Abstraction faite de ce que la formule que donne Mayer de la papaverine ne semble pas acceptable, les propriétés de ce nouveau dérivé nous portent à croire qu'il n'est autre chose que du chlorure ordinaire. Calculé suivant la formule $C^{21}H^{21}AzO^{4},HCl$, ce chlorure exige:

		Mayer trouve :
C	65.03	65.01
H	5.68	6.30
Cl	9.16	9.49

Cependant, quand on chauffe longtemps du chlorure de papavérine avec du chlorure de zinc en augmentant progressivement la température, il se produit une décomposition; comme

(1) *Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, IV, 694.

Mayer se propose d'étudier cette décomposition, nous n'en parlerons pas davantage et nous passons à un autre dérivé, la

NITROPAPAVÉRINE.

La solution incolore de papavérine dans l'acide nitrique étendu se colore en jaune et devient laiteuse quand on l'additionne d'acide nitrique concentré; en continuant à ajouter de l'acide, le trouble disparaît et il ne tarde pas à se déposer de beaux prismes jaunes du sel nitré; on l'obtient aussi en chauffant doucement la papavérine avec de l'acide nitrique concentré. Cependant, cette réaction est un peu violente et une partie du dérivé nitré se trouve décomposée. Le meilleur procédé consiste à traiter une partie d'alcaloïde par environ 10 parties d'acide nitrique d'une densité de 1.06, à chauffer jusqu'à l'ébullition, puis à laisser refroidir; il se dépose aussitôt du nitrate de nitropapavérine. Pour obtenir la base, on décompose ce sel par l'ammoniaque, on dissout dans l'acide chlorhydrique étendu le précipité floconneux qui s'est formé et on traite cette solution par du sulfate de soude qui précipite du sulfate de nitropapavérine ; on précipite de nouveau la base par l'ammoniaque, puis on la fait cristalliser dans l'alcool étendu bouillant; elle est alors à l'état pur. Dans cette dernière opération, ainsi que pendant la dessiccation, il faut éviter l'accès de la lumière, car la nitropapavérine est très-sensible à son action et se colore en jaune. Il est très-difficile d'obtenir à l'état incolore une certaine quantité de cet alcaloïde. D'ordinaire, la nitropapavérine forme des prismes jaunes très-délicats et entrelacés les uns dans les autres. Ce n'est que lorsqu'on la fait cristalliser dans l'alcool fort que l'on obtient des prismes mieux définis. Quand on additionne d'ammoniaque une solution aqueuse un peu chaude de chlorure de papavérine, puis qu'on agite avec de l'éther, ce dernier enlève l'alcaloïde et le laisse ensuite cristalliser en agrégats de fines aiguilles incolores, mais qui deviennent bientôt jaunes à la lumière.

Anderson (1), à qui l'on doit les premières recherches sur cet alcaloïde, l'obtint d'abord en aiguilles rouge pâle, qui, très-vraisemblablement, n'étaient pas pures. Un échantillon de papavérine, préparée d'après le procédé Anderson, ne nous a présenté, après avoir été purifié comme nous venons de le dire, aucune différence avec notre nitropapavérine.

Quand la nitropapavérine a été préparée par cristallisation dans l'alcool étendu ou par précipitation au moyen de l'ammoniaque, elle contient une molécule H^2O, qu'elle ne perd pas à 100 degrés; ce n'est qu'à 163 degrés, point de fusion de cette substance, que l'eau de cristallisation commence à se dégager; la base se colore en même temps en jaune, puis en brun. A une température plus élevée, il se produit un violent dégagement de gaz, et la matière détone surtout quand on fait l'expérience dans l'oxygène.

Analysée après dessiccation à 100 degrés, cette base a pour formule $C^{21}H^{22}(AzO^2)AzO^5$ Elle se formerait donc suivant l'équation :

$$C^{21}H^{21}AzO^4 + AzHO^3 = C^{21}H^{22}(AzO^2)AzO^5.$$

Mais, comme nous l'avons indiqué, cette formule contient 1 équivalent d'eau de cristallisation ; la formule devient donc :

$$C^{21}H^{20}(AzO^2)AzO^4 + H^2O.$$

La nitropapavérine est assez soluble dans l'alcool bouillant, peu soluble dans l'alcool froid, et très-soluble dans le chloroforme qui la laisse cristalliser en beaux prismes déliés. Elle se dissout à 12 degrés dans 3,100 parties d'éther ; la benzine n'en dissout aussi que de fort petites quantités qu'elle laisse déposer par refroidissement en aiguilles fines; la nitropapavérine est insoluble dans l'eau, la potasse et l'ammoniaque.

Quoique cet alcaloïde soit par lui-même insipide, ses sels ont une saveur légèrement amère. Comme il ne bleuit pas le papier de tournesol, il ne peut neutraliser les acides; aussi ses sels, qui, pour la plupart, sont très-bien cristallisés, rougissent-ils tous le tournesol. Il se dissout très-difficilement dans l'acide acétique, de sorte qu'il faut beaucoup d'acide acétique pour dissoudre une faible proportion d'alcaloïde.

Ce composé nitré se dissout facilement dans l'acide sulfurique. A la température ordinaire,

---

(1) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, XCIV, 237.

la solution est jaune; à 150 degrés et au-dessus, elle est brun foncé sale. La nitropapavérine s'écarte donc dans cette réaction de la papavérine.

Nous avons produit les sels suivants :

Chlorure de nitropapavérine $C^{21}H^{20}(AzO^2)AzO^4,HCl + 1\,^1/_2\,H^2O$. — On l'obtient en prismes soyeux, jaune pâle, assez soluble dans l'eau bouillante et l'alcool; la solution aqueuse chaude reste longtemps saturée après refroidissement, ce qui est d'autant plus étonnant qu'à 16 degrés ce sel exige pour sa dissolution 228 parties d'eau.

Chlorure double de mercure et de nitropapavérine. — Précipité jaune cristallin, anhydre, insoluble dans l'eau et les acides étendus.

Chlorure double d'or et de nitropapavérine. — Précipité jaune floconneux, amorphe, un peu soluble dans l'eau bouillante.

Bromure de papavérine. — Prismes délicats, jaune pâle, peu solubles dans l'eau.

Iodure de nitropapavérine $(C^{21}H^{20}(AzO^2)AzO^4,HI$. — Quand on verse de l'iodure de potassium dans une solution aqueuse chaude de chlorure de papavérine, l'iodure de cette base se dépose en petites écailles rectangulaires dont la couleur ressemble à celle de l'iodure de plomb et en prismes courts. Ces cristaux sont peu solubles dans l'eau chaude et à peine solubles dans l'eau froide. Quand la solution de chlorure est assez concentrée, on obtient un épais précipité d'iodure. Ce composé ne contient pas d'eau de cristallisation.

Nitrate de nitropapavérine $C^{21}H^{20}(AzO^2)AzO^4,AzHO^3 + H^2O$. — On l'obtient directement dans la préparation de la nitropapavérine, mais il est alors coloré en rouge brun et on ne peut le purifier en le faisant cristalliser dans l'eau chaude. Pour nos recherches, nous l'avons préparé en mélangeant avec du sulfite de soude une solution aqueuse étendue, chaude, de chlorure de papavérine et faisant recristalliser dans l'eau chaude le sel qui se dépose alors. Nous l'avons encore obtenu en versant de l'acide nitrique concentré dans une solution d'acétate de la base nitrée. Il se forme alors un précipité gélatineux qui ne tarde pas à se changer en petits prismes. Ce sel se dissout un peu dans l'eau bouillante; mais il est si peu soluble dans l'eau froide que cette solution ne donne pas de précipité avec l'ammoniaque.

Sulfate neutre de nitropapavérine $2C^{21}H^{20}(AzO^2)AzO^4,SH^2O^4 + 8H^2O$. — S'obtient par la réaction du sulfate de soude sur le chlorure de l'alcaloïde ou en faisant bouillir de l'acide sulfurique étendu avec un excès de cette base; il possède à un haut degré la propriété de se déposer de sa solution aqueuse à l'état gélatineux. Ce sel, qui se présente sous forme de prismes très-déliés, se réduit en une masse compacte quand on le dessèche à l'air. Broyé, il forme une poudre jaune qui, à 35 degrés, perd une grande partie de son eau de cristallisation (presque une molécule), mais qui, à l'air humide, reprend bientôt son poids primitif. Il est assez soluble dans l'eau chaude et à peine soluble dans l'eau froide; il se prête donc parfaitement à la préparation de la base à l'état pur.

Oxalate acide de nitropapavérine $C^{21}H^{20}(AzO^2)AzO^4,C^2H^2O^4 + 2H^2O$. — Pour le préparer, on dissout la base dans un excès d'acide oxalique et on purifie le sel qui se dépose en le faisant recristalliser dans un peu d'eau chaude. Il cristallise en prismes jaunes qui sont tellement déliés et enchevêtres les uns dans les autres que la masse paraît gélatineuse; il est très-peu soluble dans l'eau et l'alcool.

Tartrate acide de nitropapavérine. — Prismes déliés jaune pâle, très-solubles dans l'eau.

Picrate de nitropapavérine. — Précipité jaune, floconneux, amorphe, peu soluble dans l'eau.

CRYPTOPINE.

M. J. Smiles, de la fabrique de MM. T. et H. Smith, ayant observé que la liqueur-mère du chlorure de thébaïne laisse bientôt déposer des aiguilles soyeuses, MM. T. et H. Smith (1) furent par là conduits à la découverte d'un nouvel alcaloïde, la cryptopine. Plus tard, Cook (2) assigna à cette nouvelle base la formule $C^{23}H^{23}AzO^5$.

Sans être bien au courant des propriétés des alcaloïdes qui nous intéressent ici, il sera fa-

(1) *Pharmaceutical Journal and Transactions*, [2], VIII, 595.
(2) *Loco citato*, 716.

cile de reconnaître que le procédé employé par MM. Smith pour produire la cryptopine à l'état pur ne peut conduire au but. Ces chimistes reconnaissent d'ailleurs dans leur second mémoire que leur premier chlorure de cryptopine contenait du chlorure de thébaïne.

Nous avons montré que, quand on chauffe une solution acide (sulfurique ou chlorhydrique) de thébaïne, cette base se transforme en thébénine, puis en thébaïcine. Il n'en est pas de même de la cryptopine, et on peut utiliser cette propriété pour la séparer de la thébaïne, surtout en raison de ce que le chlorure de cryptopine est presque insoluble dans l'acide chlorhydrique.

On peut aussi se débarrasser de la majeure partie de la thébaïne au moyen de l'acide tartrique ; le bitartrate de cryptopine, quoique moins soluble dans l'eau que le bitartrate de thébaïne, reste dans la liqueur-mère. En traitant cette liqueur-mère comme nous l'avons indiqué plus haut, on obtient un mélange de cryptopine, de protopine et d'un peu de thébaïne ; on dissout ce mélange dans l'acide chlorhydrique étendu et on ajoute de l'acide chlorhydrique concentré jusqu'à ce qu'il ne se forme plus de précipité ; les chlorures de cryptopine et de protopine se déposent et celui de thébaïne reste dissous. Du mélange des chlorures précipités on isole les bases par l'ammoniaque et on les traite par un excès d'acide oxalique ; il se forme du bioxalate de cryptopine insoluble que l'on peut facilement laver et séparer de celui de protopine qui reste en solution. Il ne reste plus qu'à isoler l'alcaloïde par l'ammoniaque, le dissoudre dans l'acide acétique, décolorer la solution par le noir animal ; puis, après avoir chauffé, reprécipiter par l'ammoniaque. Si on veut avoir de beaux cristaux, il est bon, avant de précipiter par l'ammoniaque, d'ajouter à la liqueur acétique une assez grande quantité d'alcool chaud. On peut encore faire recristalliser l'alcaloïde dans l'alcool.

Nos analyses de divers échantillons de cryptopine nous ont toujours donné moins de carbone que n'en exigeait la formule que nous avions établie ; peut-être cet alcaloïde est-il encore mélangé à un autre de propriétés très-voisines. Nous avons déjà pu en séparer la protopine, base très-analogue à la cryptopine.

Si nos présomptions à ce sujet devaient se réaliser plus tard, nous proposerions pour la nouvelle base, qui est certainement un homologue de la cryptopine, le nom de deutéropine ; en attendant, nous sommes forcés de considérer comme pure la base obtenue par le procédé que nous venons de décrire.

L'analyse de cette substance, desséchée à 100 degrés, conduit à la formule $C^{21}H^{23}AzO^{5}$.

La cryptopine est insoluble dans l'éther. Ce fait semble contredire ce que nous venons de dire, que nous avons extrait cette base au moyen de l'éther ; mais alors on extrait en même temps d'autres alcaloïdes qui sans doute favorisent la solution de la cryptopine. D'ailleurs, l'éther dissout un peu la base fraîchement précipitée, mais la laisse ensuite déposer en petits rhomboïdes.

L'alcool bouillant dissout une petite quantité de cryptopine. Cependant, au bout d'un certain temps, l'alcaloïde se dépose de cette solution en prismes courts ; l'essence de térébenthine ne dissout même à l'ébullition que très-peu de cette base ; le meilleur dissolvant est, comme l'avaient déjà indiqué MM. Smith, le chloroforme.

L'ammoniaque, la potasse et la soude précipitent en blanc les sels de cryptopine ; le précipité, d'abord amorphe, devient bientôt cristallin ; mais la liqueur-mère retient toujours une certaine quantité de la base. On peut s'en assurer en laissant tomber dans de l'acide ferrifère une goutte de cette solution : le liquide devient bleu.

Nous avons déjà indiqué que l'on obtient la laudanine mélangée avec un peu de cryptopine ; en isolant cette dernière par une solution alcaline et la soumettant à l'analyse, nous sommes arrivés à des résultats qui concordent très-bien avec la formule $C^{21}H^{23}AzO^{5}$.

L'acide nitrique concentré ne colore pas d'abord la cryptopine ; cependant, la liqueur passe bientôt à l'orange et la base se convertit en nitrocryptopine.

L'acide sulfurique concentré pur colore à 20 degrés la cryptopine en jaune ; les cristaux de la base deviennent bientôt le centre de rayons jaunes qui passent rapidement au violet, de sorte que tout le liquide finit par se colorer en violet foncé. Avec l'acide ferrifère, la solution devient violette de suite. Dans les deux cas, la solution devient vert sale à 150 degrés. La co-

loration violette se produit aussi quand l'acide sulfurique contient une trace de chlore ou d'acide hypochloreux.

La cryptopine fond à 217° C. Déjà, à cette température, elle se décompose et se colore en brun; elle ne contient pas d'eau de cristallisation.

La cryptopine est une base forte; en solution alcoolique, elle bleuit fortement le papier de tournesol et elle neutralise les acides les plus forts; les sels de cryptopine ont une saveur d'abord amère, puis brûlante, rappelant celle de l'essence de menthe. A peu d'exceptions près, ils ont la propriété de se déposer de leurs solutions en masses gélatineuses.

Chlorure de cryptopine $C^{21}H^{23}AzO^{5},HCl + 6H^{2}O$. — La cryptopine, comme les autres bases de l'opium, ne forme avec l'acide chlorhydrique qu'un seul sel à équivalents égaux d'acide et de base; mais on peut l'obtenir à différents degrés d'hydradation.

Le sel à $6H^{2}O$ s'obtient en saturant exactement à chaud la base avec de l'acide chlorhydrique étendu, ou en ajoutant à chaud de l'acide chlorhydrique à une solution de la base dans n'importe quel acide. Dans ce dernier cas, on obtient le sel en prismes déliés, blancs, qui se prennent en une masse dure en séchant; quand on réduit cette masse en poudre, l'acide qui y adhérait encore s'évapore. Ce sel est très-soluble dans l'eau et l'alcool, peu soluble dans l'acide chlorhydrique et l'eau salée, insoluble dans l'éther et le chloroforme.

Le sel obtenu d'une solution neutre est d'abord gélatineux, puis il se convertit en cristaux semblables à ceux que donne une solution acide. Cette combinaison perd sous l'exsiccateur une grande partie de son eau de cristallisation; le reste est chassé à 100 degrés. A 125 degrés, la matière se colore en jaune, et si on la chauffe avec du chlorure de zinc, il se forme un corps qui cristallise dans l'éther en aiguilles blanches; il ne s'en produit d'ailleurs qu'une faible proportion.

On obtient le sel à $5H^{2}O$, par exemple, avec l'oxalate de cryptopine, en éliminant l'acide oxalique au moyen du chlorure de calcium en léger excès; il se forme aussi quand on mélange à une basse température la solution acide de chlorure avec une solution de sel marin.

Chloroplatinate de cryptopine. — Le bichlorure de platine produit dans une solution de chlorure de cryptopine un précipité abondant composé de petites aiguilles très-fines, presque blanches. Lorsque la solution est chaude et pas trop concentrée, le précipité ne se forme que par refroidissement; les cristaux ainsi obtenus sont des prismes délicats, jaune pâle, dont la forme rappelle celle des cristaux de narcéine. Quand on fait bouillir longtemps le mélange des deux sels, on obtient par refroidissement une poudre cristalline d'un beau jaune.

Les cristaux de la première espèce $2(C^{21}H^{23}AzO^{5},HCl) + PtCl^{4} + 6H^{2}O$ se réduisent en une masse dure quand on les dessèche à l'air, tandis que les cristaux de la deuxième espèce, c'est-à-dire la poudre cristalline $2(C^{21}H^{23}AzO^{5},HCl) + PtCl^{4} + H^{2}O$ n'éprouvent aucun changement par la dessiccation. Parfois les prismes déliés se convertissent tout à coup en cristaux jaune foncé. Cette coloration est due à un changement moléculaire accompagné d'une élimination d'eau, sans que la cryptopine elle-même soit altérée; car si on fait bouillir le nouveau corps avec du bitartrate de potasse, l'alcaloïde non altéré se dissout et on peut ensuite précipiter de cette solution le sel de platine sous sa forme gélatineuse.

Ce sel double est assez soluble dans l'eau bouillante, surtout en présence d'un peu d'acide chlorhydrique, et il cristallise par refroidissement, car il est à peine soluble dans l'eau froide.

Chlorure double d'or et de cryptopine. — Quand on ajoute une solution d'or à une solution aqueuse étendue, légèrement chaude de chlorure, il se produit un trouble et le sel double se dépose bientôt en une poudre amorphe qui se dissout à chaud dans l'acide chlorhydrique étendu et se dépose par refroidissement en noyaux cristallins de couleur orange.

Chlorure double de mercure et de cryptopine. — Une solution aqueuse étendue du chlorure de la base laisse déposer, quannd on la traite à chaud par une solution de sublimé corrosif, des agrégats blancs de petits prismes assez solubles dans l'eau bouillante, mais peu solubles dans l'eau froide. Quand la solution de chlorure est concentrée, il se forme un précipité gélatineux qui, lorsqu'on le lave avec de l'eau, se convertit en une poudre cristalline, sans doute par suite d'une décomposition.

Iodure de cryptopine. — Traité par l'iodure de potassium, l'acétate de cryptopine donne un

précipité gélatineux qui se convertit bientôt en aiguilles fines, très-solubles dans l'eau, mais insolubles dans l'iodure de potassium.

Acétate de cryptopine. — Quand on neutralise à chaud de l'acide acétique étendu par de la cryptopine, la masse se prend par refroidissement en une gelée transparente dans laquelle, au bout de quelques jours, se forment des points qui deviennent des centres de cristallisation. Cependant, on trouve encore longtemps après des parties gélatineuses entre les prismes qui se sont formés. Ce sel est très-soluble dans l'eau.

Sulfate neutre de cryptopine. — S'obtient en faisant bouillir de l'acide sulfurique étendu avec un excès de base ; il cristallise difficilement. D'ordinaire sa solution se prend en une masse semblable à de l'empois, ne présentant aucune trace de cristaux. Ce sel est neutre aux papiers colorés ; il est très-soluble dans l'eau, surtout à chaud ; l'acide sulfurique étendu coagule immédiatement cette solution.

Bichromate de cryptopine. — Obtenu en précipitant par le bichromate de potasse une solution de sulfate neutre de la base ; c'est une masse d'apparence gélatineuse composée de fines aiguilles jaunes ; ce chromate est assez soluble dans l'eau bouillante.

Nitrate de cryptopine. — Petits prismes blancs, solubles dans l'eau chaude, peu solubles dans l'eau froide, et qu'un excès d'acide nitrique transforment facilement en nitrate de nitrocryptopine.

Oxalate neutre de cryptopine. — Quand on fait bouillir avec de la cryptopine une solution d'acide oxalique, la liqueur devient bientôt neutre ; si, alors, on décante et qu'on laisse refroidir, il se dépose quelques petits cristaux qui ont une grande analogie avec ceux de la base elle-même ; si on sépare le liquide de ces cristaux et qu'on réduise par évaporation la liqueur à un petit volume, le sel neutre cristallise en longues aiguilles blanches semblables à de l'amiante ; mais, presque en même temps, il se produit une décomposition et il se forme du sel acide, et une quantité correspondante d'alcaloïde est mise en liberté. La masse cristalline cède à l'eau chaude les deux oxalates, mais la base libre reste insoluble. La solution chaude de l'oxalate neutre se prend en gelée par le refroidissement et laisse déposer au bout de quelque temps de grandes tables obliques encore mélangées de bioxalate.

Bioxalate de cryptopine ($C^{21}H^{23}AzO^5, C^2H^2O^4$). — Quand on fait bouillir l'alcaloïde avec un excès d'acide oxalique, il se dissout d'abord dans l'acide, mais bientôt le sel acide se dépose sous forme d'une poudre cristalline. Quand la solution est très-étendue ou que le sel peut se déposer lentement, on l'obtient en rhomboèdres assez gros. Ce sel est anhydre, presque insoluble dans l'alcool, très-peu soluble dans l'eau bouillante, et exige, pour se dissoudre à 12 degrés, 330 fois son poids d'eau.

Tartrate neutre de cryptopine. — En traitant à chaud de l'acide tartrique en solution par un excès de cryptopine, on obtient une liqueur neutre qui, par refroidissement, se prend en gelée sans trace de cristaux. Ce sel est très-soluble dans l'alcool et l'eau ; sa solution aqueuse ne donne aucun précipité quand on l'additionne d'acide tartrique ; l'acide sulfurique, au contraire, ainsi que les acides phosphorique et chlorhydrique, et moins facilement l'acide nitrique, produit dans une solution un peu concentrée un précipité blanc gélatineux.

Bitartrate de cryptopine $C^{21}H^{23}AzO^5, C^4H^6O^6 + 4H^2O$. — S'obtient en dissolvant l'alcaloïde dans un excès d'acide tartrique. D'ordinaire, il se forme par refroidissement une masse gélatineuse qui se prend bientôt en cristaux. Le bitartrate se dissout très-facilement dans l'eau chaude et dans l'alcool, mais il est peu soluble dans l'eau froide. Ainsi, à 10 degrés, il faut, pour dissoudre 1 partie de sel, 167 parties d'eau.

Picrate de cryptopine $C^{21}H^{23}AzO^5, C^6H^3(AzO^2)^3O + H^2O$. — La solution de chlorure de cryptopine donne, quand on la traite à chaud par le picrate de potasse, un précipité jaune cristallin, composé de prismes agrégés très-peu solubles dans l'eau chaude. L'alcool bouillant dissout une assez grande quantité de ce sel et laisse déposer par refroidissement de beaux prismes jaunes groupés en étoiles.

NITROCRYPTOPINE.

Ce composé s'obtient facilement en traitant la cryptopine par l'acide nitrique étendu. Les

meilleures proportions sont une partie de base et 20 parties d'acide nitrique d'une densité de 1.06; on expose le mélange pendant huit heures à une température de 50 à 60 degrés; l'emploi d'acide plus fort rend très-difficile la purification du composé nitré, le rendement est aussi diminué. La réaction est terminée quand le précipité n'est formé que de cristaux compacts et que le liquide ne se prend plus en gelée par le refroidissement; on sépare les cristaux de la solution, on les décompose par l'ammoniaque et on dissout la base dans l'acide acétique. Après avoir décoloré cette solution par le noir animal, on traite à chaud par l'ammoniaque et on obtient un précipité jaune amorphe qui se convertit bientôt en petits prismes.

La nitrocryptopine obtenue de cette manière est une poudre jaune foncé formée de petits prismes. Dissoute dans l'alcool bouillant, elle se dépose par refroidissement en belles tables et en beaux prismes jaune pâle. Elle est plus soluble que la cryptopine dans l'alcool bouillant et l'éther. Le chloroforme la dissout très-facilement, et, en s'évaporant, la laisse sous forme d'une masse jaune brun demi-cristalline.

L'acide sulfurique concentré pur colore cet alcaloïde en rouge de sang, puis il le dissout en se colorant en jaune brun; si on chauffe, la solution devient violet foncé, puis brun noir. La réaction est la même quand l'acide contient du fer.

La nitrocryptopine est insoluble dans la potasse et l'eau froide; elle se dissout, au contraire, en quantité notable dans l'ammoniaque; l'éther l'enlève à ce dernier dissolvant.

Elle fond à 185° C. en un liquide jaune brun qui se solidifie en une masse amorphe; chauffée sur la lame de platine, elle fond d'abord, puis fait explosion. La réaction est plus violente dans l'oxygène. La nitrocryptopine ne laisse dégager, même au-dessus de 100 degrés, aucune trace d'eau de cristallisation.

D'après nos analyses, sa formule est $C^{21}H^{22}(AzO^2)AzO^5$.

La nitrocryptopine a donc la même composition en centièmes que la nitropapavérine cristallisée; seulement elle se combine aux acides sans perdre d'eau; elle ne se colore pas par le perchlorure de fer; elle a une saveur légèrement amère et sa solution alcoolique bleuit fortement le papier de tournesol. Elle sature complétement les acides et forme des sels qui ont plus ou moins la propriété de se déposer de leurs solutions à l'état gélatineux. Plusieurs de ces sels se décomposent à une température relativement basse.

Chlorure de nitrocryptopine $C^{21}H^{22}(AzO^2)AzO^5,HCl + 3H^2O$. — On peut l'obtenir en fines aiguilles jaune pâle; mais il est généralement gélatineux et se prend en une masse compacte par la dessiccation. Il est très-soluble dans l'eau et se dépose de cette solution sous forme de gelée. Le précipité produit par les chlorures de calcium, de barium, de sodium, et par l'acide chlorhydrique concentré, est aussi toujours gélatineux. Ce sel a une saveur amère; il ne bleuit pas le tournesol.

Il devient anhydre sous l'exsiccateur, et si on le chauffe ensuite à 70 degrés, il n'éprouve aucune perte, mais le sel verdit; à 100 degrés, il devient noir, et la perte de poids qu'il éprouve alors est due à un commencement de décomposition. Le sel ainsi modifié se dissout dans l'eau en la colorant en rouge brun, et il reste un précipité floconneux brun noir; quand on traite la solution par de l'ammoniaque, on obtient un beau précipité rouge qui devient bientôt cristallin et consiste en un mélange de nitrocryptopine avec des produits de décomposition.

Chloroplatinate de nitrocryptopine $2[C^{21}H^{22}(AzO^2)AzO^5,HCl] + PtCl^4 + 10H^2O$. — S'obtient en traitant par le bichlorure de platine une solution aqueuse chaude de chlorure de nitrocryptopine; c'est une poudre cristalline jaune foncé. Si la solution n'a pas été chauffée, il se forme une gelée jaune pâle qui redevient le sel précédent quand on la lave ou qu'on la dessèche.

Ce sel de platine est peu soluble dans l'eau chaude et insoluble dans l'eau froide; il peut être chauffé à 120 degrés sans se décomposer.

Chlorure double de mercure et de nitrocryptopine. — Poudre amorphe jaune clair, peu soluble dans l'eau froide, un peu plus soluble dans l'eau chaude; cette dernière solution se trouble en refroidissant.

Iodure de nitrocryptopine. — S'obtient en précipitant par l'iodure de potassium le chlorure

de la base nitrée; il se présente d'abord sous forme de prismes excessivement fins, qui se réunissent ensuite en cristaux grenus jaune foncé. Il est soluble dans l'eau et insoluble dans l'iodure de potassium.

Nitrate de nitrocryptopine. — L'acide nitrique produit dans une solution d'acétate de nitrocryptopine un précipité d'apparence gélatineuse composé de fines aiguilles qui se tranforment bientôt en cristaux grenus; ce nitrate est insoluble dans l'eau aiguisée d'acide nitrique, mais il se dissout un peu dans l'eau froide pure. Il est peu soluble dans l'eau bouillante et se dépose par refroidissement de cette solution en petits prismes.

Il est anhydre et supporte sans décomposition une température de 100 degrés; mais si on le chauffe davantage, il fait explosion.

Il a pour formule $C^{21}H^{22}(AzO^2)AzO^5,AzHO^5$.

Le nitrate de nitrocryptopine a donc la même composition que le nitrate de nitropapavérine.

Chromate de nitrocryptopine. — Petits prismes jaune pâle, peu solubles dans l'eau froide et brunissant à la lumière.

Picrate de nitrocryptopine. — Le chlorure de la base nitrée, traité par le picrate de potasse, donne un précipité gélatineux de picrate; ce précipité prend ensuite une structure cristalline.

Acétate de nitrocryptopine. — Fines aiguilles jaune pâle, très-solubles dans l'eau et dans l'alcool.

Oxalate neutre de nitrocryptopine $2[C^{21}H^{22}(AzO^2)AzO^5],C^2H^2O^4 + 12H^2O$. — S'obtient en neutralisant exactement par l'ammoniaque une solution chaude du sel suivant; il se dépose par refroidissement une masse jaune fibreuse d'oxalate neutre. Ce sel se dissout très-peu dans l'alcool bouillant, et la solution ainsi obtenue donne par refroidissement de petits prismes jaune foncé; il est aussi peu soluble dans l'eau froide. A 16 degrés, il se dissout dans 148 parties d'eau.

Bioxalate de nitrocryptopine $C^{21}H^{22}(AzO^2)AzO^5,C^2H^2O^4 + 3H^2O$. — S'obtient en dissolvant la base dans un excès d'acide oxalique. Il forme de petits prismes jaune clair qui, tantôt quand on les sèche à l'air, tantôt dans la solution même, se convertissent souvent en prismes denses jaune de soufre; ils perdent alors de l'eau de cristallisation. Les prismes déliés obtenus d'abord, après avoir été desséchés dans l'exsiccateur, ne perdent plus rien de leur poids quand on les chauffe à 100 degrés; mais, entre 100 et 115 degrés, ils abandonnent de nouveau de l'eau et le sel devient anhydre. Lorsque le poids est devenu constant, si on élève la température vers 120 à 125 degrés, le sel perd encore de son poids par suite d'un commencement de décomposition.

Il est digne de remarque que le sel desséché dans l'exsiccateur a exactement la même composition que le bioxalate de nitropapavérine; le sel jaune de soufre indiqué plus haut semble aussi avoir la même composition.

Bitartrate de nitrocryptopine. — Si l'on dissout la base à chaud dans un excès d'acide tartrique, la solution dépose par refroidissement une masse gélatineuse jaune ne présentant que des traces de cristaux. Quand la solution est au degré de concentration et de température convenables, on obtient le sel en prismes jaunes déliés qui, lorsqu'on les dessèche, se prennent en une masse compacte. Ce sel est soluble dans l'eau.

Sulfate neutre de nitrocryptopine. — Quand on sature à chaud de l'acide sulfurique étendu par la base nitrée, la solution laisse déposer par refroidissement une masse gélatineuse qui se convertit en cristaux fibreux, neutres aux papiers réactifs, et solubles dans l'eau et l'alcool.

PROTOPINE.

La protopine est précipitée par l'acide chlorhydrique en même temps que la cryptopine et reste en solution quand on traite le mélange de ces chlorures par un excès d'acide oxalique. On sature cette solution d'ammoniaque et on l'agite avec de l'éther, puis on traite cette solution étherée par l'acide chlorhydrique étendu qui s'empare des bases, la protopine et un peu de cryptopine; on ajoute à la solution chaude de l'acide chlorhydrique concentré et on précipite ainsi le chlorure de protopine avec un peu de chlorure de cryptopine. Le premier

de ces sels est lourd, grenu, et s'attache fortement au verre; le second, au contraire, est léger et peut être facilement enlevé par des décantations ou même des lavages à l'eau chaude, quand on ne craint pas de perdre un peu de protopine. On fait alors digérer avec de l'ammoniaque le chlorure de protopine ainsi obtenu, on dissout la base dans l'acide acétique, décolore cette solution par le charbon, et reprécipite par l'ammoniaque après addition d'alcool.

La protopine ainsi obtenue est une poudre blanche, cristalline. Si on veut l'avoir en plus gros cristaux, il faut la faire recristalliser dans l'alcool; cependant, les prismes obtenus ne sont pas encore bien volumineux. La protopine est insoluble dans l'eau, peu soluble à chaud dans l'alcool, la benzine et l'acétone, et ces derniers dissolvants ne la dissolvent, pour ainsi dire, pas à froid; elle est plus soluble dans le chloroforme. L'éther dissout très-peu la protopine précipitée; mais si on agite de l'éther avec la solution aqueuse d'un sel de protopine, préalablement traitée par l'ammoniaque, il dissout une quantité notable de la base et la laisse déposer en partie peu de temps après. Ce dépôt est très-caractéristique; il est, en effet, composé de petits prismes réunis en globules tels que n'en présente aucun autre des alcaloïdes de l'opium.

La protopine est complétement insoluble dans la potasse et la soude; elle se dissout un peu dans l'ammoniaque; elle n'est pas colorée par le perchlorure de fer.

L'acide nitrique concentré dissout la protopine à froid sans coloration; mais si on chauffe le moins du monde, il se produit une coloration jaune.

L'acide sulfurique concentré pur dissout la base, à 20 degrés, d'abord avec une coloration jaune; puis la solution passe au rouge, et enfin au violet. Quand l'acide contient du fer, il y a immédiatement une coloration violet foncé. Vers 150 degrés, ces deux dernières solutions deviennent vert brun sale.

A 202 degrés, l'alcaloïde fond, brunit un peu et se décompose de plus en plus. Il ne perd rien à 100 degrés et ne contient pas d'eau de cristallisation.

L'analyse conduit à la formule $C^{20}H^{19}AzO^5$.

La protopine neutralise les acides; sa solution alcoolique bleuit fortement le papier de tournesol. Les sels ne se prennent pas en gelée, ce qui les distingue de ceux de cryptopine; ils ont une saveur amère. Nous avons étudié les suivants :

Chlorure de protopine. — Gros prismes rhombiques, très-peu solubles dans l'eau froide et chaude. L'acide chlorhydrique concentré produit dans leur solution un précipité pulvérulent cristallin.

Ces cristaux ont quelque analogie avec le chlorure de papavérine; mais la solution de ce dernier sel est un peu acide aux réactifs colorés, tandis que celle du chlorure de protopine est neutre.

Chloroplatinate de protopine $2(C^{20}H^{19}AzO^5, HCl) + PtCl^4 + 2H^2O$. — Précipité jaune cristallin que l'on peut facilement laver à l'eau froide et qui, une fois desséché, se présente sous forme d'une poudre jaune foncé. Ce sel double est peu soluble dans l'eau froide.

Bitartrate de protopine. — Petits cristaux blancs que l'on obtient en dissolvant à chaud la base dans un excès d'acide tartrique. Assez peu soluble dans l'eau froide.

Bioxalate de protopine. — Petits prismes blancs, groupés, très-solubles dans l'eau chaude, très-peu solubles dans l'eau froide, mais plus solubles cependant que le sel de cryptopine.

Sulfate de protopine. — Cristallise facilement en aiguilles blanches.

LAUDANOSINE.

Dans le procédé décrit plus haut, on obtient la laudanosine mélangée avec de la thébaïne, de la cryptopine et des traces de protopine. On peut la séparer très-facilement de ces alcaloïdes au moyen de l'éther, car elle est très-soluble dans ce véhicule, tandis que les autres bases s'y dissolvent très-peu. On évapore la solution éthérée, on reprend le résidu par l'acide acétique et on précipite par un petit excès d'iodure de potassium la solution faiblement acide; l'iodure se dépose sous forme d'une poudre cristalline d'abord blanche, puis jaune, tandis que les traces des autres alcaloïdes encore présentes restent en solution. On isole ensuite la

base de l'iodure par l'ammoniaque, on redissout dans l'acide acétique traité par le noir animal et reprécipite par l'ammoniaque.

On obtient ainsi la laudanosine en flocons blancs qui deviennent bientôt cristallins et forment alors une masse blanche légère. Quand on dissout cet alcaloïde à chaud dans la benzine, il cristallise par refroidissement en belles aiguilles. Quand il est pur, il cristallise dans l'alcool en beaux prismes. Si on le fait cristalliser dans l'éther, on l'obtient en masses semblables à des têtes de chou-fleur.

La laudanosine est insoluble dans l'eau, mais très-soluble dans la benzine et l'essence de pétrole bouillantes; ces dissolutions la laissent déposer en grande partie par refroidissement. Elle se dissout très-facilement dans l'alcool, l'acétone, le chloroforme; mais elle exige pour sa solution 19.3 parties d'éther.

La laudanosine est complétement insoluble dans la potasse et la soude, et presque insoluble dans l'eau de chaux. Traitées par l'ammoniaque, les solutions de ses sels se troublent d'abord, mais redeviennent bientôt claires et laissent alors déposer l'alcaloïde en petits prismes blancs; il n'en reste dans la solution ammoniacale qu'une proportion fort minime que l'on peut enlever par l'éther.

Cette base fond, à 89° C., en un liquide incolore qui se solidifie par refroidissement en une masse d'abord amorphe, puis cristalline. A 110 degrés, la masse fondue commence à se décomposer et se sillonne de bandes rouges; cependant la partie non décomposée peut être encore obtenue à l'état incolore. Chauffée à une température plus élevée, elle ne se sublime pas.

La laudanosine a une saveur un peu amère et cette saveur est très-prononcée dans ses sels; sa solution alcoolique est très-alcaline et neutralise complétement les acides, même les plus forts.

Le perchlorure de fer ne colore pas la laudanosine; l'acide nitrique concentré la dissout d'abord sans coloration, mais la solution jaunit bientôt, surtout si on le chauffe. L'acide nitrique d'une densité de 1.06 dissout la laudanosine sans coloration à la température ordinaire; mais, quand on chauffe la solution, elle devient jaune, dégage des gaz incolores et devient laiteuse par le refroidissement : il se dépose un nouveau corps formé de gouttes huileuses. L'éther enlève cette nouvelle substance à la solution acide et la laisse cristalliser par évaporation en petits prismes groupés concentriquement, qui sont insolubles dans l'acide sulfurique, fondent dans l'eau bouillante et ne se dissolvent pas sensiblement dans l'ammoniaque. Quand elle a été préalablement chauffée, la solution nitrique abandonne à l'éther une autre substance. Cette substance, qui est évidemment un alcaloïde, cristallise en prismes jaunes, se dissout dans les acides et est reprécipitée de ces solutions par l'ammoniaque.

L'acide sulfurique concentré pur se colore en rose pâle au contact de la laudanosine; la coloration est un peu plus intense qu'avec la laudanosine. Vers 150 degrés, la solution devient rouge violet sale. Avec l'acide ferrifère, la coloration est rouge brun à 20 degrés; puis, vers 150 degrés, d'abord verte, et enfin violet foncé.

Cette réaction rappelle ce qui a lieu avec la laudanine; il y avait donc à présumer une certaine relation entre ces deux bases, et, en effet, l'analyse indique une différence de CH^2 entre les deux bases; la formule de la laudanine est $C^{21}H^{27}AzO^4$, tandis que celle de la laudanine est $C^{20}H^{25}AzO^4$. Ces deux bases sont donc homologues et sont entre elles dans le même rapport que la codéine et la morphine.

Les sels de laudanosine sont en général plus solubles que ceux de laudanine. Nous avons étudié les suivants :

Chlorure de laudanosine. — S'obtient en neutralisant par l'acide chlorhydrique la solution alcoolique de la base. L'évaporation de la solution donne un résidu incolore, à réaction neutre, facilement soluble dans l'eau et ne cristallisant pas même dans une liqueur chlorhydrique.

Chloroplatinate de laudanosine $2(C^{21}H^{27}AzO^4, HCl) + PtCl^4 + 3H^2O$. — En dissolvant la base dans l'acide chlorhydrique et additionnant de solution de platine, on obtient ce sel en un précipité jaune amorphe. Il fond dans l'eau bouillante et s'y dissout un peu, mais il est insoluble dans l'eau froide. Il est plus stable que le chlorure de laudanine.

Iodure de laudanosine. — Quand on additionne d'iodure de potassium une solution acétique ou chlorhydrique de la base et qu'on chauffe le mélange, il se trouble d'abord, mais ce trouble disparaît bientôt et l'iodure se dépose en prismes blancs qui, dans la liqueur-mère, se colorent peu à peu en jaune. Ils sont peu solubles dans l'eau froide, mais solubles dans l'alcool et l'eau bouillante. Desséchés à l'air, ils renferment de l'eau de cristallisation qui est chassée à 100 degrés.

Oxalate neutre de laudanosine. — Obtenu en neutralisant par l'acide oxalique la solution alcoolique de la base et chassant l'alcool à une douce température ; il se présente comme un résidu incolore amorphe, soluble dans l'eau et l'alcool.

Bioxalate de laudanosine $C^{21}H^{27}AzO^4, C^2H^2O^4 + 3H^2O$. — Obtenu en traitant par l'eau équivalents égaux de base et d'acide, et concentrant la solution; le sel cristallise bientôt en petits prismes déliés très-solubles dans l'eau.

HYDROCOTARNINE.

On fait d'abord cristalliser dans un peu d'eau le chlorure d'hydrocotarnine obtenu comme nous l'avons indiqué ; on débarrasse les cristaux de la liqueur-mère et on en élimine la base par la potasse. On agite ensuite avec de l'éther. Après avoir été lavée avec du bicarbonate de soude, cette solution éthérée dépose par évaporation l'alcaloïde en cristaux klinorhombiques qui atteignent quelquefois des dimensions notables.

L'hydrocotarnine se dissout très-facilement et sans coloration dans l'alcool, l'acétone, le chloroforme, la benzine et l'éther.

Elle fond à 50° C. en un liquide incolore qui, par refroidissement, se prend en une masse cristalline rayonnée. Chauffée à 57 degrés, elle perd toute son eau de cristallisation et demeure plus longtemps liquide; ce liquide se solidifie en prenant une texture cristalline dès qu'on touche la masse avec une aiguille. Elle est encore incolore à 70 degrés; elle devient jaune à 80 degrés, rouge à 100 degrés, rouge foncé entre 110 et 150 degrés, et elle se décompose toujours de plus en plus; à 100 degrés commence un dégagement de fumées blanches sentant l'acide phénique. Un essai, chauffé peu de temps à 100 degrés, ne perdit pas moins de 11 pour 100 de son poids.

Malgré la grande volatilité de cette substance, on ne peut la distiller sans décomposition à la pression atmosphérique.

A 20 degrés, elle se dissout dans l'acide sulfurique avec une coloration jaune. Si l'on chauffe la solution, elle devient cramoisie, puis il s'y forme des raies violettes et le tout finit par prendre une couleur violet foncé sale. La réaction est la même avec l'acide ferrifère. Cette base se comporte donc vis-à-vis de l'acide sulfurique comme la narcotine ; cependant il nous semble que la coloration est beaucoup moins intense avec la narcotine.

L'acide nitrique colore l'hydrocotarnine en jaune.

La potasse et la soude ne la dissolvent point. Quand, dans une solution aqueuse de chlorure d'hydrocotarnine, on verse une solution de potasse, il se produit un trouble et la base se dépose en petites gouttes huileuses; ce trouble disparaît bientôt et les gouttes huileuses se convertissent en prismes. L'ammoniaque rend de même laiteuse la solution de chlorure; mais la liqueur redevient claire si on ajoute un excès d'ammoniaque et l'alcaloïde se dépose alors en grandes tables klinorhombiques hexagonales.

L'hydrocotarnine a une saveur d'abord amère, puis brûlante. Le perchlorure de fer ne la colore pas ; sa solution alcoolique bleuit le papier de tournesol et sature complétement les acides.

Les cristaux séchés à l'air ne perdent plus rien sous l'exsiccateur ; cependant, comme on pouvait admettre qu'ils retenaient de la liqueur-mère, on les réduisit en poudre et on dessécha cette poudre d'abord à l'air, puis sur l'acide sulfurique; il y eut une perte de poids de 1.6 pour 100. Il se peut que les cristaux aient aussi dans cette opération perdu une partie de leur eau de cristallisation, car on trouva alors un chiffre un peu faible pour l'eau de cristallisation et un peu fort pour le carbone.

Cet alcaloïde a beaucoup d'analogie avec la cotarnine; il s'en distingue par une forte pro-

portion d'oxygène. Nous devons dire d'ailleurs que les analyses qui ont été faites jusqu'à présent de la cotarnine ne s'accordent pas bien avec la formule proposée par Matthiessen et Foster (1). D'après ces chimistes, la cotarnine se produit quand on chauffe de la narcotine avec de l'eau, d'après l'équation :

$$\underbrace{C^{22}H^{23}AzO^{7}}_{\text{Narcotine.}} = \underbrace{C^{12}H^{13}AzO^{3}}_{\text{Cotarnine.}} + \underbrace{C^{10}H^{10}O^{4}}_{\text{Méconine.}}.$$

On ne voit pas bien quel est dans cette réaction le rôle de l'eau. Peut-être la réaction serait-elle :

$$\underbrace{C^{22}H^{23}AzO^{7}}_{\text{Narcotine.}} + H^{2}O = \underbrace{C^{12}H^{15}AzO^{3}}_{\text{Hydrocotarnine.}} + \underbrace{C^{10}H^{10}O^{10}}_{\text{Acide opianique.}}.$$

Nous sommes à présent dans l'impossibilité de nous occuper de cette question, mais nous espérons pouvoir plus tard étudier cette réaction de la narcotine.

Les sels d'hydrocotarnine ont une grande analogie avec ceux de cotarnine ; le perchlorure de fer ne les colore pas, quand toutefois ce réactif ne produit pas de coloration avec l'acide du sel. Ils ont une saveur amère et cristallisent en général très-difficilement.

Chlorure d'hydrocotarnine. — Obtenu en neutralisant la base par l'acide chlorhydrique et évaporant la solution ; le sel s'en dépose lentement en longs prismes blancs. Il est très-soluble dans l'eau et l'alcool.

Chloroplatinate d'hydrocotarnine. — Précipité produit par le bichlorure de platine dans la solution du chlorure d'hydrocotarnine ; il est d'abord jaune et amorphe, et se convertit bientôt en prismes orangés anhydres.

Chlorure double d'or et d'hydrocotarnine. — Le chlorure d'hydrocotarnine donne avec le chlorure d'or un précipité résineux brun rouge, peu soluble dans l'eau, et ce n'est que quand la solution est très-étendue que l'on peut obtenir des prismes et des écailles rhombiques jaune brun.

Chlorure double de mercure et d'hydrocotarnine. — Blanc et amorphe.

Iodure d'hydrocotarnine. — Obtenu par décomposition au moyen du chlorure de la base et de l'iodure de potassium. Prismes courts, jaunes, qui, à 18 degrés, se dissolvent dans 50.6 parties d'eau ; ils sont surtout solubles dans l'eau bouillante ; ils ne contiennent pas d'eau de cristallisation.

Picrate d'hydrocotarnine. — Se dépose en gouttes huileuses quand on traite par le picrate de potasse le chlorure d'hydrocotarnine ; mais il se forme bientôt de beaux prismes peu solubles dans l'eau.

D'après ce qui précède, l'opium contient donc au moins quinze alcaloïdes. Parmi ces bases, la morphine tient le premier rang tant par son abondance dans l'opium que par ses applications en médecine, et ce premier rang ne saurait lui être disputé quand même, comme cela est à espérer, on reconnaîtrait aux autres alcaloïdes des propriétés médicales semblables ou même plus précieuses. Ces derniers alcaloïdes se trouvent en effet en trop faible proportion dans l'opium.

Il ne serait pas invraisemblable, selon nous, que l'action thérapeutique de la morphine reposât sur son altérabilité même et que, par suite, les autres bases, plus stables, soient douées de propriétés moins actives.

On sait que la morphine se trouve en grande quantité dans le suc laiteux qui découle des incisions faites aux têtes de pavot un peu avant la maturité. A mesure que le procédé de maturation s'accomplit, le suc laiteux se trouve de plus en plus absorbé et il arrive un moment où les capsules des pavots ne contiennent plus de suc laiteux, et, par suite, de morphine. Ces changements, qui, dans les conditions normales de la végétation, mettent un certain temps à s'accomplir, peuvent être artificiellement accélérés. Si, par exemple, on coupe la plante avant maturité et qu'on la dessèche, le suc laiteux ne tarde pas à disparaître et

(1) *Chimie* de Gmelin, VII, 1067.

avec lui la morphine. Le pavot donne bien alors un extrait aqueux ou alcoolique, mais cet extrait n'est pas de l'opium et ne contient pas de morphine.

Plusieurs chimistes prétendent avoir trouvé de la morphine dans les têtes de pavot mûres; mais nous croyons que, dans ces essais, le carbonate de chaux a joué un grand rôle. Toujours est-il qu'en répétant l'expérience nous avons obtenu un précipité ressemblant beaucoup à la morphine, mais qui n'était autre que ce carbonate. Quand même on démontrerait que réellement les capsules de pavot mûres contiennent une trace de morphine, encore devrait-on se poser cette question : qu'est devenu tout le reste de la morphine?

C'est une question qui n'est pas encore résolue. Cependant on ne pourrait guère contredire cette opinion, que toutes les bases de l'opium ne sont pas primitivement contenues dans le suc laiteux du pavot, mais se forment pendant la dessiccation et la conservation de l'opium. M. Eatwell (1), qui a fait des recherches dans cette direction avec du suc frais, présume avec raison que, si on traitait ce suc convenablement et avec soin, on pourrait provoquer une nouvelle formation de morphine et augmenter ainsi la proportion de cette base. D'un autre côté, on ne saurait nier qu'un traitement mal fait amènera toujours une perte de morphine.

Cependant on ne peut rattacher à la morphine toutes les bases de l'opium. Admettons que les bases qui ont entre elles des rapports de constitution diffèrent deux à deux dans leur formule de nCH^2, nous aurons parmi ces corps les trois séries suivantes :

Morphine.............	$C^{17}H^{19}AzO^3$.
Codéine..............	$C^{18}H^{21}AzO^3$.
Pseudomorphine	$C^{17}H^{19}AzO^4$.
Laudanine et codamine.	$C^{20}H^{25}AzO^4$.
Laudanosine..........	$C^{21}H^{27}AzO^4$.
Papavérine...........	$C^{21}H^{21}AzO^4$.
Lanthopine...........	$C^{23}H^{25}AzO^4$.

La série de la pseudomorphine se distingue par ce fait que tous ses membres forment avec HI des composés très-solubles; elle est, à la série de la morphine, à peu près ce qu'est la série de l'acide lactique à celle des acides gras. A mesure que la proportion d'oxygène que contiennent ces bases va en augmentant, leurs propriétés basiques deviennent plus accentuées. Ainsi, la codéine est une base plus forte que la morphine, la laudanosine une base plus forte que la pseudomorphine.

Les bases de la série de la papavérine se distinguent par ce fait qu'elles n'ont pas par elles-mêmes de réaction alcaline et ne peuvent former avec les acides des sels neutres aux papiers colorés.

Mais nous pouvons classer ces alcaloïdes d'une autre manière en prenant pour point de départ l'action à chaud de l'acide sulfurique concentré pur. Les colorations produites dans ce cas montrent que les produits de décomposition sont sinon identiques, du moins très-voisins. Nous diviserons ainsi les alcaloïdes en quatre groupes, dont deux comprendront chacun deux subdivisions. En désignant chaque groupe du nom du plus anciennement connu de ses membres, nous aurons :

I. *Groupe de la morphine.* α. (sous-groupe de la morphine) : Morphine, codéine, pseudomorphine; β. (sous-groupe de la laudanine) : Laudanine, codamine, laudanosine.

II. *Groupe de la thébaïne* : Thébaïne, cryptopine, protopine.

III. *Groupe de la papavérine.* α. (sous-groupe de la papavérine) : Papavérine ; β. (sous-groupe de la narcéine) : Narcéine, lanthopine.

IV. *Groupe de la narcotine* : Narcotine, hydrocotarnine.

Nous avons laissé de côté dans ce tableau la méconidine, parce que nous ne connaissons pas sa réaction avec l'acide sulfurique. D'ailleurs, on n'obtient pas cette base par le procédé

(1) *Chimie* de Gmelin, VII, 1326.

Robertson-Gregory, et il faudrait pour la préparer suivre une autre méthode (1). N'ayant pas à présent de temps pour cela, je pense réparer plus tard cette omission.

Quant aux colorations produites par l'action de l'acide sulfurique à chaud sur les différents groupes, elles sont les suivantes :

Groupe I. α. Vert foncé sale ; β. Rouge violet sale.
Groupe II. Variant du vert sale au vert brun.
Groupe III. α. Violet foncé ; β. Noir brun ou brun foncé.
Groupe IV. Rouge violet sale.

La couleur est la même pour les groupes I β et IV ; il y a cependant une difference dans la nuance, et si on emploie l'acide ferrifère, I β se colore en violet foncé, tandis que IV prend une teinte rouge violet sale.

Les alcaloïdes de l'opium se trouvent donc ainsi ramenés à quatre corps desquels les autres alcaloïdes peuvent dériver, ou dans lesquels ils peuvent se résoudre. Quelle est maintenant la constitution de ces corps? C'est une question qu'il appartient à l'avenir de résoudre.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

Séance du 26 août. — Détermination des actions mutuelles de Jupiter et de Saturne, pour servir de base aux théories respectives des deux planètes ; par M. Le Verrier.

« Dans la séance du 20 mai, dit l'auteur, j'ai présenté à l'Académie un ensemble de recherches relatives aux théories des quatre grosses planètes du système solaire. L'Académie ayant bien voulu témoigner de la manière la plus efficace son intention que ces travaux fussent poursuivis, je me suis mis en mesure de le faire et de les amener successivement à l'état d'achèvement où ils pourront passer dans la pratique de l'astronomie.

J'ai l'honneur de présenter aujourd'hui la partie du travail commune aux actions mutuelles de Jupiter et de Saturne, prête pour l'impression, lorsqu'il plaira à l'Académie de l'ordonner.

Lorsqu'on veut donner à la théorie présente une précision égale à celle à laquelle atteignent les observations, les développements analytiques prennent une étendue considérable. Cette partie de la science est sans aucun doute destinée à donner aux astronomes et aux géomètres de grands soucis, et cela dans un avenir très-prochain.

Je sollicite aujourd'hui de nos confrères les géomètres de l'Académie qu'ils veuillent bien tourner de nouveau leur attention sur l'intégration des équations différentielles dont dépendent les inégalités circulaires des orbites. »

Ce que paraissent, avant tout, vouloir les géomètres de l'Académie, ce sont les places que vient de laisser vacantes la mort de M. Delaunay.

Quant à « l'intégration des équations différentielles, » que M. Le Verrier les calcule seul, s'il en a le courage, on lui votera pour cela quelque reliquat de prix Montyon.

Il y a bien, dans la succession Delaunay, la place de directeur de l'Observatoire, pour laquelle il faudrait un Turenne, mais puisqu'on a sa monnaie, on s'en contentera.

— Sur l'action exercée à la température rouge par le charbon et par le fer sur l'acide carbonique ; par M. Dumas. — Nouvelle attaque à fond de train sur M. Dubrunfaut qui avait avancé que l'acide carbonique sec ne peut pas être converti en oxyde de carbone par le charbon sec, que cette action exigerait que l'acide carbonique fût humide, ou que le charbon contînt de l'eau, et la présence de la vapeur d'eau serait nécessaire pour déterminer la transformation de l'acide carbonique en oxyde de carbone.

Dans une série d'expériences qui ont dû exiger une armée de *collaborateurs intelligents, opérant eux-mêmes*, si tout ce que M. Dumas annonce avoir été fait, l'a été réellement, le secrétaire perpétuel, qui paraît avoir repris le tablier de chimiste qu'il n'aurait jamais dû quitter pour la politique, termine ainsi son Mémoire :

(1) *Annalen der Chemie und Pharmacie*, CLIII, 47.

« En résumé, il résulte de ces expériences :

Qu'au point de vue de la doctrine, on peut enseigner avec certitude :

1° Que l'acide carbonique absolument sec, en passant sur le charbon entièrement privé d'hydrogène, se convertit, à la chaleur du rouge cerise clair, en oxyde de carbone ;

2° Que, si le charbon est en excès, l'acide carbonique disparaît tout entier, remplacé par de l'oxyde de carbone parfaitement pur ;

Q'au point de vue des applications il convient de noter :

3° Que le charbon de bois le plus énergiquement chauffé retient de l'hydrogène ou de l'eau qu'il ne perd que sous l'influence prolongée du chlore à la chaleur rouge ;

4° Que le charbon qui n'a pas subi le traitement par le chlore, étant employé à convertir l'acide carbonique en oxyde de carbone, fournit toujours un gaz accompagné de quelques traces d'hydrogène ;

5° Qu'un courant lent d'acide carbonique sec est partiellement converti par le fer, chauffé au rouge cerise clair, en oxyde de carbone, une proportion considérable d'acide carbonique restant toutefois inaltérée ou se trouvant régénérée. »

— M. Yvon-Villarceau, qui dépouille la correspondance des nouvelles planètes, comme directeur provisoire de l'Observatoire, donne lecture d'une lettre de M. C. Peters, relative à la découverte de deux nouvelles petites planètes 122 et 123. La lettre de M. Peters est datée de Clinton (New-York), 6 août 1872.

— Nouvelles études propioniques ; par MM. Is. Pierre et R. Pechot. — Nous avons démontré, il y a plus de six ans déjà, que l'alcool propylique est un produit habituel de la fermentation alcoolique ; nous avons constaté sa présence dans les produits de la distillation du cidre aussi bien que dans ceux des fermentations industrielles. Ce n'est pas par grammes, ni même par décagrammes, c'est par décalitres que nous avons séparé et purifié cet alcool propylique. Après avoir décrit dans plusieurs mémoires successifs les principaux éthers dérivant de cet alcool, soit par l'oxyde de propyle, soit par l'acide propionique, nous présentons aujourd'hui à l'Académie le résultat d'études plus circonstanciées sur ce dernier acide.

« Nous avons préparé l'acide propionique de deux manières distinctes, quoique fondées sur le même principe, soit en le faisant passer d'abord par l'état de propionate propylique, soit en acidifiant complétement l'alcool, mais en ayant soin, dans l'un comme dans l'autre cas, de n'employer comme matière première que de l'alcool propylique *pur*.

Amené, par une série de distillations méthodiques, à son maximum de concentration, l'acide propionique renferme les éléments de 1 équivalent d'eau, dont il ne peut perdre aucune partie par la distillation; il peut être alors représenté par la formule $C^6 H^3 O^3$, HO. »

A cet état de concentration, il bout régulièrement à 146°.6, sous la pression moyenne de $0^m.76$.

Il a pour poids spécifique, à 0,1,0143, etc.

— Expériences nouvelles sur les générations spontanées; par M. Donné. — L'homme aux œufs, le transfuge qui a déserté le camp Pouchet où l'on recevait trop de pierres, pour gagner celui de M. Pasteur où l'on est à couvert, communique de nouvelles expériences de cabinet qui brillent surtout par leur nullité. — Inutile de les reproduire, cela prendrait de la place en pure perte. La conclusion de M. Donné, à laquelle nous ne sommes d'ailleurs nullement opposé, est que « la science ne peut admettre *les générations spontanées.* » C'est l'avis de bons esprits, et de notre collaborateur Ch. Blondeau entre autres.

Théorie élémentaire des intégrales simples et de leurs périodes; par M. Max Marie.

— Sur la constitution physique du Soleil; par E. Vicaire. Toujours des théories à perte de vue; la Note de l'auteur n'en est pas moins attachante à lire et donne envie d'aller faire un tour dans le Soleil.

— M. le Ministre de l'agriculture et du commerce écrit qu'il met à la disposition de l'Académie, sur les fonds de son ministère, les fonds nécessaires pour faire étudier, par les membres qu'elle désignera, les moyens d'arrêter le fléau du *phylloxera*.

— Sur la représentation sphérique des surfaces; par A. Ribaucourt.

— M. de Gasparis écrit à M. de Villarceau au sujet du nouveau théorème qu'il a découvert, et rappelle ses propres recherches sur le même sujet.

— Sur l'ozone et l'eau oxygénée. — M. F. Le Blanc, qui fait de fort jolis travaux, sans en être plus fier, et qui les donne volontiers à ses maîtres qui les font valoir beaucoup mieux qu'il ne le ferait lui-même, écrit que, dès 1854, il avait observé que la réaction de l'oxygène *ozoné* sur l'eau avait pour conséquence la formation de l'eau oxygénée.

« Sans vouloir, dit-il, en aucune manière, donner à cette Note le caractère d'une réclamation, je ferai seulement observer que mes anciennnes expériences viennent à l'appui de celles de MM. Thenard. »

— Emploi industriel de l'ozone en Amérique; destruction du goût empyreumatique du wisky; fabrication du vinaigre. — Note de M. Widemann. — Nous avons publié dans notre dernier numéro de septembre, page 783, la substance de cette note que l'auteur avait adressée également à l'Académie.

— Sur le partage d'une base entre plusieurs acides dans les dissolutions. Acides bibasiques; par M. Berthelot.

— Action du sulfate de cuivre sur l'urine normale; par M. Ramon de Luna. — L'auteur ayant remarqué que lorsque l'on traite l'urine normale par une solution de sulfate de cuivre, on obtient une coloration verdâtre, a cherché quel est celui des principes de l'urine normale qui exerce cette réaction réductrice. — Il continue ses expériences.

— Suite des recherches de M. P. Bert sur l'influence de la pression barométrique sur les phénomènes de la vie.

— Sur la noctilucine; par M. Phipson. — La noctilucine est une nouvelle substance organique qui paraît fort répandue dans la nature. Dans ma Note sur la matière phosphorescente de la raie, publiée dans les *Comptes-rendus* en 1860, j'ai parlé de cette matière comme d'une substance organique particulière qui luit comme le phosphore, et de même encore dans mon livre sur *la Phosphorescence*, publié à Londres en 1862 (page 103).

La noctilucine n'est pas seulement la cause de la phosphorescence des poissons morts et de la chair animale morte, elle est sécrétée aussi par les vers luisants, le scolopendre, et probablement par tous les animaux qui luisent dans l'obscurité; cette même substance paraît aussi être produite assez souvent par certaines plantes vivantes (*Agaricus*, *Euphorbia*, etc.) et par la décomposition des matières végétales dans certaines conditions spéciales (fermentation des pommes de terre, etc.).

A la température ordinaire, la noctilucine est une substance presque liquide, azotée; elle est miscible à l'eau, mais ne s'y dissout pas et paraît avoir une densité un peu plus faible que ce liquide; elle est blanche, et récemment extraite d'un animal lumineux, soit vivant, soit mort, elle contient une certaine quantité d'eau, et possède une légère odeur ressemblant un peu à celle de l'acide caprylique. Elle est insoluble dans l'alcool et dans l'éther, se dissout et se décompose facilement par les acides minéraux et les alcalins; la potasse en dégage de l'ammoniaque. En fermentant au contact de l'eau, elle dégage à la longue une odeur de fromage pourri. Aussi longtemps qu'elle est humide, la noctilucine absorbe de l'oxygène et dégage de l'acide carbonique; mais, quand on la laisse dans l'air, elle se dessèche en minces couches translucides, sans aucune structure, et ressemblant beaucoup à la *mucine* qu'on obtient des limaces. Récemment obtenue, la noctilucine est fortement phosphorescente, et cette production de lumière est due à son oxydation au contact de l'air humide. Elle peut même luire dans l'eau aussi longtemps qu'il y a de l'air. Dans le gaz oxygène, elle est un peu plus brillante; mais j'ai observé qu'elle luit toujours plus quand le vent souffle du sud-ouest, c'est-à-dire lorsqu'il y a beaucoup d'ozone dans l'air. Cette production de lumière cesse aussitôt que l'oxydation de la matière est complètement achevée; mais, si la moindre quantité d'air y adhère, la noctilucine luit pendant quelques instants dans l'acide carbonique humide.

Dans les animaux phosphorescents, la noctilucine est sécrétée par un organe spécial, comme la bile est sécrétée par le foie, et elle paraît être employée à produire de la lumière presqu'aussitôt qu'elle est produite. Elle est produite également, dans certaines conditions de température et d'humidité, par la matière animale morte, telle que la chair, le sang, et quelquefois l'urine. Quelle que soit sa source, la noctilucine donne toujours la même espèce de lumière, savoir : une lumière presque monochromatique, donnant un spectre qui est prin-

cipalement visible entre les lignes E et F, et possède les mêmes propriétés chimiques, autant que j'ai pu les examiner. Elle est sécrétée dans un état d'assez grande pureté par le *Scolopendra electrica*, et vers le mois de septembre on peut, en faisant courir plusieurs de ces myriapodes sur une large capsule de verre, en obtenir assez pour examiner ses propriétés principales. Au moyen de l'organe phosphorescent des Lampyres et de la surface phosphorescente des poissons morts, on peut également en obtenir, à un état de pureté moindre, en recueillant dans du papier à filtre humide la matière lumineuse rassemblée par le scalpel.

La sécrétion de la noctilucine par les animaux lumineux supérieurs, tels que les insectes (Lampyres, Elaters, etc.), est jusqu'à un certain point, sans doute, sous l'influence du système nerveux, ce qui leur donne la faculté de faire cesser leur lumière à volonté. Dans ce cas, la sécrétion est momentanément arrêtée ; mais on sait que les œufs des Lampyres luisent pendant quelque temps après qu'ils sont pondus, de sorte qu'ils doivent aussi contenir une petite quantité de noctilucine. Dans les animaux bien plus bas sur l'échelle, tels que la petite *Noctiluca miliaris* de la Manche, les polypes flexibles, etc., il paraît hors de doute qu'il existe aussi un organe spécial pour la production de la lumière, et, là où nous ne trouvons guère d'indices d'un système nerveux, la sécrétion de la matière lumineuse paraît souvent soumise à l'influence des circonstances extérieures.

— Note de M. Husson fils sur l'iodure d'azote. L'auteur étudie l'action de l'iodure d'azote sur l'amidon, la gomme, la gélatine et l'albumine.

— M. Le Verrier présente à l'Académie l'ensemble des observations du mois d'août, faites à Greenwich, à Lisbone et à Volpeglino.

— M. Chapelas communique de son côté ses observations dans les nuits des 8, 9, 10 et 11 août.

— A cinq heures un quart, l'Académie se forme en comité secret, et y reste une heure, écrit le *compte-rendu*.

Séance du 2 septembre. — L'Académie, ou plutôt M. le secrétaire perpétuel, éprouve le besoin de s'occuper un peu de ses centenaires. — Il y a quelque temps déjà, elle célébrait le jubilé de MM. Ch. Dupin et Mathieu ; dans la séance de ce jour, elle vient rappeler à M. Chevreul qu'il se fait vieux, qu'il est né le 31 août 1786, qu'il a donc quatre-vingt-six ans sonnés à la grande horloge des siècles, qu'il entre dans sa quatre-vingt-septième année, et qu'on va célébrer ses cinquante ans d'Académie, bien qu'il lui manque quelques printemps pour cela, n'ayant été nommé qu'en 1826.

Là-dessus M. Dumas, qui excelle à dorer la pilule (il a été pharmacien), à polir la phrase et à fabriquer des discours d'apparat, refait, pour la troisième ou quatrième fois, le panégyrique Chevreul.

« Monsieur Chevreul, il y a soixante-six ans, vous livriez au public votre premier mémoire, je crois, modèle précis d'analyse des ossements fossiles de l'Anjou ; en ce moment, vous terminez une recherche si compliquée (le suin, nous pensons), que nul autre chimiste n'eût osé l'aborder, et vous découvrez les plus fins aperçus. Monsieur Chevreul, vous avez fait descendre la bougie des palais ou des salons dans les plus modestes demeures. Monsieur Chevreul, vous avez établi, sur des expériences certaines, la théorie de la teinture. Votre cercle chromatique permet de définir et de nommer toutes les couleurs que notre œil distingue. Vous avez également formulé la théorie du contraste simultané des couleurs.

Monsieur Chevreul, la Providence vous a favorisé sans doute ; mais la discipline de vos occupations, les habitudes de votre esprit, la modération de vos goûts, la droiture de votre cœur ont une grande part dans ce résultat.

Monsieur Chevreul, vous ne vous êtes jamais séparé du laboratoire. Chacun des jours de votre longue vie a été consacré à l'observation.

Monsieur Chevreul, vous n'avez jamais été sénateur, » etc., etc.

M. Chevreul très-ému et qui ne s'attendait pas le moins du monde, assure-t-on, à recevoir sa médaille de jubilé, répond avec émotion qu'il s'apprêtait à faire une communication, et ne s'attendait pas à tant d'éloges. Après tout ce que vient de dire son éminent ami, il n'a

plus qu'à se taire. Il n'aurait même plus qu'à se croiser les bras. Il serait, en effet, infaillible comme le pape, et il est bien loin de le croire. « Enfin, dit M. Chevreul, j'accepte votre médaille et vais la porter à la Banque. »

— M. Elie de Beaumont, qui veut se faire jeune, craignant qu'à son tour M. Dumas lui prépare une médaille, ajoute qu'il a eu l'honneur d'être l'élève de M. Chevreul et que, au nom des anciens élèves du maître, il lui exprime aussi toute son admiration, et pour l'œuvre et pour l'homme.

M. Chevreul réplique que tout l'honneur est pour lui et qu'on n'a pas tous les jours la bonne fortune d'avoir pu apprendre à celui qui s'appelle Elie de Beaumont.

— M. Faye met fin à tous ces compliments en remettant à M. Chevreul la médaille commémorative qui vient d'être frappée à son intention.

— L'Académie reprend le cours de ses travaux.

— Sur le rôle de la photographie dans l'observation du passage de Vénus, et sur le récent discours de M. Warren de La Rue. Note de M. Faye.

« La photographie va jouer, dans l'observation du prochain passage de Vénus, un rôle considérable dont il importe de se rendre compte. L'Angleterre fait achever en ce moment huit photohéliographes sur le modèle de celui de Kew, dont trois sont destinés à la Russie, qui en possède déjà un. Les Allemands vont en avoir quatre; le Portugal expédiera celui de Lisbonne à Macao; les États-Unis en construisent également, mais sur un plan bien différent; la France projette de faire construire quatre appareils photographiques, dont M. Delaunay avait confié l'étude à MM. Martin, Wolf et Bourbouze. Cela fait déjà plus de vingt appareils photographiques qui vont être expédiés, avec tout autant d'habiles photographes, sur les points les plus favorables des deux hémisphères pour la mesure de la parallaxe du Soleil. Voilà ce qu'a produit enfin, dans ces derniers temps, l'idée simple mais féconde de supprimer l'observateur et de remplacer son œil et son cerveau par une plaque sensible reliée à un télégraphe électrique. C'est, dans le système des observations modernes, un progrès presque comparable à celui qui a été réalisé, il y a deux siècles, par l'application des lunettes aux instruments de mesure.

M. Warren de La Rue, dont j'ai eu bien souvent occasion de signaler à l'Académie les belles recherches d'astronomie photographique, a choisi ce sujet pour texte du discours qu'il a prononcé, il y a quinze jours, à l'inauguration de l'une des sections de l'Association britannique, réunie à Brighton. Il a parfaitement retracé et discuté les préparatifs et les essais accomplis en Angleterre, en Russie, en Allemagne et aux États-Unis. Si j'avais pu assister à ces séances, pour lesquelles M. le maire de Brighton m'avait fait l'honneur de m'adresser une invitation, j'aurais essayé de compléter l'intéressant exposé de M. Warren de La Rue, en disant ce que nous avons fait de notre côté pendant la trop longue période d'incubation de ce progrès décisif. Je demande à l'Académie la permission de le lui rappeler rapidement. »

Suit une longue énumération du savant académicien, pour laquelle nous renvoyons aux *Comptes-rendus*.

— Structure des hétérogènes; par MM. Lestiboudois.

— M. Pasteur fait hommage à l'Académie de la seconde édition de son ouvrage, intitulé : *Études sur le vin*. Voir l'annonce de ce livre après le *Sommaire*.

— Théorie élémentaire des intégrales doubles et de leurs périodes ; par M. Max. Marie.

— M. C. Tellier adresse une Note concernant la détermination du zéro des thermomètres.

L'auteur pense que la différence, si souvent constatée, entre le zéro des thermomètres et la température de la glace fondante, doit être souvent attribuée, non pas à une modification de l'enveloppe, se produisant après la contraction, mais à ce que, dans l'opération même de la détermination du zéro de l'échelle, l'eau de fusion peut être à une température un peu plus élevée que la glace elle-même. Cette interprétation lui paraît confirmée par les observations qu'il a faites sur sept thermomètres sortant des ateliers des meilleurs fabricants, et sur lesquels les différences, toujours *en plus*, ont varié de 0°.1 à 0°.4. M. Tellier propose de substituer, à la méthode ordinairement employée pour déterminer le zéro, une méthode qui consisterait à placer les instruments dans une masse d'eau préalablement refroidie à quel-

ques degrés au-dessous de zéro, et à produire ensuite la congélation, soit en ajoutant une parcelle de glace, soit en déterminant un choc brusque sur le fond du vase : la température remonte alors exactement à zéro.

— Nouveau procédé d'extraction des métaux précieux contenus dans les pyrites cuivreuses ; par Fréd. Claudet. — Nous publions plus loin le mémoire de l'auteur tel qu'il a paru dans les *Comptes-rendus*.

— Sur le partage d'une base entre plusieurs acides dans les dissolutions. — Acides bibasiques ; par M. Berthelot. (Fin.)

— Sur la combustion spontanée d'une poutre, sous l'action de la chaleur seule. — M. Collet adresse la description d'un cas de combustion spontanée assez curieux, qu'il a observé chez M. Vattier, propriétaire à Ribemont (Aisne). Il s'agit d'une poutre de 25 centimètres de largeur sur 15 et de 3m.50 de hauteur, placée le long d'un mur mitoyen et appuyée sur le bord d'un puits fermé par un couvercle muni d'une entre-toise métallique. On s'aperçut que la pièce de bois fumait dans sa partie haute ; de l'autre côté du mur, on avait aussi remarqué la fumée. En y regardant de plus près, on reconnut que, sous une poussière fine de cendres, la poutre se consumait. Le feu commençait à la hauteur de la margelle du puits. Comme rien ne pouvait avoir communiqué le feu à la poutre, il a bien fallu en conclure qu'elle s'était embrasée spontanément.

M. Chevreul rappelle à ce propos que, dans une ferme voisine de sa propriété de Lagny, on recueillit une grande quantité de bois de démolition fortement imprégnés d'azotate de potasse. Aussi, quand on brûlait ce bois, il décripitait et s'enflammait avec rapidité. Il faut donc se défier des vieux bois, qui peuvent renfermer beaucoup de salpêtre et prendre feu avec une extrême facilité. Il fait observer à ce propos que l'on ne prend pas assez garde souvent à l'extrême combustibilité de certaines substances. Ainsi les papiers garance, si riches en oxyde de fer, prennent feu très-vite ; les tissus mordancés trop fortement sont aussi dans ce cas.

M. Dumas cite un exemple frappant de la facilité avec laquelle les matières organiques en décomposition peuvent produire des incendies. Tous les bois poreux et vermoulus absorbent si vite l'oxygène, qu'ils peuvent prendre feu spontanément. Il se rappelle qu'au Ministère du commerce, on lui adressa des colis, venant de Chine, contenant des végétaux frais et des matières sèches. Ces substances étaient renfermées dans des caisses en fer-blanc hermétiquement closes. Pendant le voyage, la matière avait commencé à fermenter. Aussitôt que les caisses furent ouvertes, la fermentation s'accrut rapidement sous l'influence de l'oxygène ; il se dégagea des gaz, de véritables fumerolles. La température s'éleva et le feu prit à tous les colis. Il fallut éteindre ce véritable incendie.

— Analyse lithologique du fer météorique d'Atacama ; premier exemple de filons concrétionnés parmi les météorites ; par M. S. Meunier.

— Sur les mouvements atmosphériques qui ont accompagné les aurores boréales des 25 et 26 août 1872 ; par M. Fron.

— M. A. Gargam adresse une note relative à un appareil pour le chauffage des vins.

Séance du 9 septembre. — Le Président de l'Institut annonce à l'Académie que la quatrième séance trimestrielle de l'Institut aura lieu le mercredi 2 octobre, et la séance publique annuelle le vendredi 25 octobre. Il invite l'Académie à désigner ceux de ses membres qui devront la représenter, comme lecteurs, dans ces deux séances.

— Observations sur la bulbe du *lilium thomsonianum* ; par M. P. Duchartre.

— Observation des variations des diamètres solaires, etc., etc. — Encore huit pages du père Secchi sur divers sujets. — Décidément le P. Secchi est une des meilleures lunettes de Rome et autres lieux.

— Théorie élémentaire des intégrales doubles et de leurs périodes ; par Max. Marie.

— Sur les causes de la polarisation elliptique, par réflexion sur les corps transparents. Note de M. A. Potier.

— Résultats produits par l'insolation sur diverses espèces de verre ; par M. Th. Gaffield. Les résultats de l'insolation de différentes espèces de verres, obtenus par M. Thomas Gaf-

field, de Boston, pendant neuf années, et relatés dans une Note de M. Bontemps, qui y a ajouté ses propres expériences, ont été présentés par M. Peligot à l'Académie dans sa séance du 22 novembre 1869 et reproduits dans les *Comptes rendus*, t. LXIX, n° 21.

Les principaux résultats peuvent être résumés ainsi qu'il suit :

1° *Verres contenant une faible proportion de manganèse.* — Si le verre a une nuance verdâtre ou jaunâtre (vu par la tranche), les rayons du soleil lui impriment d'abord une nuance d'où le bleu tend à disparaître, c'est-à-dire qu'il devient d'un vert plus jaune; après une plus longue exposition, le jaune domine davantage, puis la teinte devient jaune brun, pelure d'oignon, puis enfin violette. Si le verre avait primitivement sur sa tranche une légère nuance violacée, cette teinte augmente à mesure que l'exposition se prolonge.

Si le verre contenant de l'oxyde de manganèse a pris une teinte plus ou moins violette par l'exposition au soleil, et qu'on lui fasse subir une température rouge brun dans un moufle, il reprend sa couleur primitive; puis, si on le réexpose aux rayons du soleil, il se comporte comme précédemment, c'est-à-dire qu'il devient successivement plus jaunâtre, jaune brun, pelure d'oignon et violet.

M. Gaffield présente, à ce sujet, un fragment de glace faisant partie d'une devanture de boutique, qui est devenu d'un violet assez intense. Le bord de cette glace, recouvert par le mastic, est resté blanc jaunâtre; un morceau de la partie violette, chauffé dans le moufle, a repris la couleur de la portion protégée par le mastic, et une portion du morceau qui avait été chauffé a repris encore la couleur violette sous l'influence de la lumière.

2° Un beau verre blanc, de la glace par exemple, s'il ne contient pas de manganèse, s'il a été fabriqué avec du beau sable blanc, du carbonate de soude ou du carbonate de potasse et de la chaux, prend assez rapidement au soleil une légère nuance jaune (aucune glace blanche n'a fait exception). Par une plus longue exposition (plusieurs mois et même plusieurs années), cette nuance a pris un peu plus d'intensité, mais toutefois dans des limites restreintes..

3° Il est à remarquer que les verres qui contiennent de l'oxyde de plomb ne paraissent pas influencés par leur exposition au soleil; ainsi non-seulement des flint-glass contenant 40 et 30 pour 100 d'oxyde de plomb, mais même des verres n'en contenant que 5 pour 100, n'ont pas éprouvé de changement sensible après plusieurs années d'exposition.

4° Les verres à vitres ou glaces, qui ont sur leur tranche une légère teinte azurée (dépourvue de jaune), ne paraissent pas non plus influencés par leur exposition aux rayons du soleil. Dans quelques cas seulement, des verres à vitre ayant une teinte azurée sont devenus d'un bleu un peu plus intense.

5° On fabrique, pour les peintres-verriers, des verres colorés par l'oxyde de fer et l'oxyde de manganèse, d'une teinte un peu claire, et destinés aux figures et aux diverses parties du corps; leur teinte varie d'un jaune brun sombre à un brun plus violacé et au violet clair, selon que l'un des deux oxydes prédomine plus ou moins. L'exposition de tous ces verres au soleil augmente de plus en plus l'action du manganèse, c'est-à-dire donne plus d'intensité à la nuance violette. »

— Sur les lignes de faite et de thalweg; réponse aux observations de M. Boussinesq; par M. C. Jordan.

— Sur les courants d'induction développés dans la machine de M. Gramme (suite); Note de M. J.-M. Gaugain.

— Sur une nouvelle espèce de concrétions urinaires du bœuf (lithurate de magnésie); par M. G. Roster. — Ces calculs sont presque entièrement composés d'une matière cristalline, véritable sel formé d'un acide organique azoté combiné avec la magnésie. Quelques petites traces de carbonate de chaux et de mucus sont mêlées avec le sel magnésien.

Pour avoir l'acide séparé de la magnésie, on fit dissoudre le sel dans une suffisante quantité d'eau, acidifiée avec de l'acide chlorhydrique. Au bout de vingt-quatre heures, une matière blanche s'était séparée du liquide sous forme de petites pelotes : c'était l'acide *lithurique* libre. On le recueillit sur un filtre, et après l'avoir lavé avec de l'eau froide, on le fit dissoudre dans l'eau bouillante, puis cristalliser de nouveau, et dissoudre encore dans l'alcool bouillant, qui, abandonné à l'évaporation lente, fournit, après deux jours, une suffisante quantité de cristaux en fines aiguilles, délicats, demi-transparents et réunis en fais-

ceaux et en groupes divergents. Son point de fusion est à 205 degrés. L'acide est assez soluble dans l'eau et l'alcool bouillants, très-peu soluble à froid, et tout à fait insoluble dans l'éther.

— Sur le nutoscope; par M. Ch. V. Zenger. Note présentée par M. Yvon Villarceau.

— Sur la constitution de l'essaim d'étoiles filantes d'août; par M. Tarry. — L'auteur critique surtout les observations de M. Chapelas, qui conclut de ses calculs que le phénomène va toujours en décroissant depuis 1848, et qu'il s'est notamment presenté cette année avec moins d'éclat que l'an dernier. En fait, les observations italiennes contredisent les conclusions de M. Chapelas; je citerai notamment, dit M. Tarry, celles que M. Serpieri, directeur de l'Observatoire météorologique d'*Urbino*, a faites en cette ville, dans les nuits des 9, 10 et 11 août, avec sept collaborateurs.

3,225 étoiles filantes (pour lesquelles 300 trajectoires environ ont été déterminées), par huit observateurs surveillant la totalité du ciel, doivent avoir bien plus de valeur que les conclusions tirées des 248 qui ont été vues par M. Chapelas. Or, il résulte de ces chiffres, d'abord que le maximum de l'apparition aurait eu lieu le 10 août, non pas vers une heure trente minutes du matin, comme on aurait pu le voir si la séance avait été terminée cette nuit à deux heures, ainsi que M. Chapelas a été obligé de le faire, mais vers trois heures du matin. De plus, M. Serpieri, qui observe également depuis fort longtemps l'essaim d'étoiles filantes d'août, m'écrit que, cette année, la densité du courant météorique a été *beaucoup plus grande* que les années précédentes, et que, de plus, on a remarqué à Urbino une *augmentation continue*, depuis plusieurs années, dans le nombre des étoiles filantes observées dans la nuit du 10 août.

— M. Dumas communique quelques informations relatives aux habitudes du *phylloxera vastatrix*, notamment en ce qui concerne les moyens de transport à l'aide desquels cet insecte peut passer dans la même vigne, d'un cep à l'autre, ou d'une localité infectée à une localité éloignée et saine.

De toutes les communications reçues, il résulte que le mal s'aggrave chaque année davantage et qu'aucun des moyens essayés n'a réussi. Tous les insecticides les plus variés n'ont aucune action. Nous avons conseillé, dans notre livraison de mai, page 402, d'essayer les liquides amers tels que l'aloès et l'acide picrique; ces amers, qui ont une action souveraine sur certains insectes, réussiraient peut-être. En notre qualité de Parisien, attaché au sol comme le serait un poirier dans le fond d'une cour, il nous est difficile de savoir si nous ne disons pas une bêtise : qu'on ne nous en veuille donc pas, mais qu'on essaye tout de même. Les insecticides que nous proposons ne peuvent faire aucun mal à la vigne, et si *les amers* réussissaient à faire *sauver* l'insecte, je ne dis pas à *le tuer*, on n'aurait que l'embarras du choix.

Séance du 16 septembre. — Note relative à un mémoire de M. Hirn sur les conditions d'équilibre et sur la nature probable des anneaux de Saturne; par M. Faye. — M. Hirn s'est efforcé d'établir que les anneaux de Saturne ne sont pas des anneaux *solides* circulant autour de la planète dans le plan de son équateur et *lestés* en certains points par un léger excédant de matière, de manière à donner de la stabilité à leur remarquable équilibre; ce ne sont pas davantage des anneaux fluides ou liquides dans lesquels les réactions mutuelles des molécules donneraient inévitablement lieu à une transformation de force vive en chaleur, laquelle se perdrait dans l'espace, mais de simples agrégats de matière discontinue dont les parcelles sont séparées par des intervalles très-grands par rapport à leurs dimensions.

M. Hirn montre à la fin de son mémoire que cette conception s'accorde parfaitement avec l'idée que Laplace a donnée de l'origine et de la formation de ces appendices si remarquables; seulement, la condensation par voie de refroidissement y aurait donné naissance à une infinité de corpuscules distincts, uniformément répartis dans l'anneau primitif, au lieu de les réunir peu à peu en masses isolées comme les satellites, ou d'en faire des anneaux continus, solides et cohérents, dont la formation et le maintien ne semblent pas compatibles avec nos notions actuelles de physique.

— Sur le traité de balistique extérieure de M. le général Mayevski; par le général Morin. — Rapport verbal très-élogieux de cet ouvrage publié primitivement en langue russe et dont la traduction vient d'être faite. Cet ouvrage se trouve chez Gauthier-Villars.

— Observations sur la nature des diverses parties de la fleur, par M. A. Trécul.

— Sur les diverses circonstances de l'apparition d'un bolide aux environs de Rome et sur les spectres stellaires; par le Père Secchi. — Après M. le Soleil, Mme la Lune, etc., etc.

— Théorie élémentaire des intégrales doubles et de leurs périodes (fin); par M. Max Marie.

— Découverte d'une nouvelle petite planète, faite à l'Observatoire de Paris, par M. Prosper Henry. Note présentée par M. Yvon Villarceau.

— Observations de la planète (125), faites à l'Observatoire de Paris, par MM. Ludinard, Tisserand, Paul Henry et Prosper Henry. — Note présentée par M. Yvon Villarceau.

— Extrait du Rapport général des observations faites aux Indes néerlandaises sur l'éclipse totale du soleil du 12 décembre 1871, rédigé sur les rapports des différents observateurs; par M. le docteur Oudemans.

— Sur la vitesse de transmission de la lumière dans les corps simples et sur leur forme cristalline; par M. Ch. V. Zenger.

— Sur les changements de phase produits par la réflexion métallique. — Note de M. A. Potier.

— Sur la mesure des sensations physiques, et sur la loi qui lie l'intensité de ces sensations à l'intensité de la cause existante; par M. J. Plateau.

— Observations à propos de deux notes de M. Cayrol sur le terrain crétacé de la Clape et des Corbières — (Note posthume de M. H. Magnan, adressée par M. Joulin).

— Sur les mouvements atmosphériques qui ont accompagné les aurores du 2 au 6 septembre 1872; par M. Fron.

— M. Louis Faucon adresse des observations nouvelles sur le *phylloxera*; aidé de ses deux neveux, il a surpris le *phylloxera* ailé invisible jusqu'à ce moment, marchant allègrement sur le sol dans tous les sens, et faisant plus usage de ses pattes que de ses ailes. Pendant tout le temps, écrit-il, que nous sommes restés à l'affût, nous avons suivi à la loupe une trentaine de *phylloxera* ailés; aucun n'a fait mine de s'envoler. Après deux heures bien employées, nous abandonnâmes notre chasse, emportant dans un flacon, comme spécimens, de nombreux *phylloxera* enlevés sur le sol à l'aide d'une paille légèrement mouillée.

— M. Guérin-Meneville envoie son opinion sur le *phylloxera*.

— M. le docteur A. Netter donne lecture d'un mémoire intitulé : *du Traitement du choléra par l'administration*, coup sur coup, *d'énormes quantités de boisson aqueuse* (20 litres et plus dans les vingt-quatre heures).

Ce mémoire est renvoyé à la commission du legs Bréant; le *Compte-rendu* n'en faisant aucun extrait, nous allons reproduire la substance de ce travail fort intéressant d'après l'analyse que M. de Parville a rédigée pour le *Journal officiel*.

M. le docteur Netter fait connaître les résultats étonnants qu'il a obtenus en traitant les cholériques simplement par absorption d'eau tiède. De l'eau et encore de l'eau, rien que de l'eau, et on parviendrait à se rendre maître de la terrible maladie. Ce traitement tout simple date de loin. Il y a deux siècles qu'il était préconisé déjà par Sydenham, une grande gloire pour l'Angleterre, que le public ne connaît guère que par le laudanum qui porte son nom. Sydenham part de ce principe que nous devons posséder autour de nous des éléments de guérison en abondance. Les remèdes les plus simples sont les meilleurs. Le médecin anglais cite en particulier l'eau.

Voici, dit-il, un des remèdes les plus puissants que nous possédions; la question est de savoir s'en bien servir, et il rappelle à ce propos combien l'eau est précieuse comme antidote général. Un domestique venait de s'empoisonner par amour. Il y avait déjà une heure, quand Sydenham fut appelé, que le malheureux avait avalé du sublimé corrosif, un des poisons les plus violents que nous possédions. Le malade était en proie à des douleurs intolérables. Sydenham, pour tout remède, ordonna de faire chauffer de l'eau et prescrivit de lui administrer de l'eau tiède à hautes doses, 12 pintes pour commencer, c'est-à-dire la valeur d'un seau environ.

L'ordonnance fut scrupuleusement suivie; le malade absorba même quelques pintes au delà du nombre indiqué. Un jour après, il était hors de danger. Il lui restait seulement une grande irritation du tube intestinal, que l'on fit disparaître par un régime adoucissant composé de petit lait et de boissons gommeuses.

En y réfléchissant quelque peu, il est difficile de ne pas trouver très-pratique et même logique la méthode de Sydenham. Pratique, car l'eau est le seul remède que l'on puisse toujours trouver à sa portée; logique, car l'eau absorbée en grande quantité dilue le poison, le rend inerte et, irritant l'organisme, tend à augmenter les sécrétions dans une proportion extraordinaire.

Les poisons sont de deux sortes : les uns brûlent les tissus qu'ils touchent et exigent qu'on neutralise immédiatement leur action; les autres n'agissent que progressivement et finissent par paralyser le système nerveux. Ces deux classes de poison doivent être expulsées du corps le plus vite possible. Or, l'eau pourrait bien suffire dans les deux cas. A dose très-forte, elle peut neutraliser les poisons les plus violents, comme l'acide sulfurique, l'acide azotique, l'acide chlorhydrique, le sublimé corrosif, la potasse, la soude, l'ammoniaque, etc. La preuve, c'est que toutes ces substances étendues de beaucoup d'eau sont employées en médecine comme tisanes ou comme médicaments. Aussi, quand une personne avale par mégarde de l'huile de vitriol, de l'eau-forte, de l'eau de cuivre, de l'eau seconde, etc., etc., au lieu de perdre un temps précieux à courir chez le médecin et le pharmacien, on peut lui administrer immédiatement de l'eau ordinaire, tiède de préférence, mais rapidement et à grande dose : depuis cinq ou six litres jusqu'à vingt litres; il faut soumettre le patient à la question par l'eau.

L'eau agira sur les quatre voies d'élimination du poison : les vomissements, les purgations, les urines, les sueurs; par les deux premières voies, elle chassera le poison qui est encore dans l'estomac ou dans l'instestin; par les deux dernières, elle chasse le poison quand il a pénétré dans le sang.

Sydenham, considérant le choléra comme un vrai empoisonnement, le traitait déjà par ce qu'il appelait « le lavage intestinal ». Il prescrivait à de très-hautes doses des tisanes légères, comme l'eau de poulet, l'eau de veau, préparée en faisant bouillir 30 grammes de rouelle de veau dans deux litres d'eau. Cette pratique fut accueillie par beaucoup d'autres médecins; puis ensuite abandonnée. Et cependant la soif inextinguible des cholériques indiquait comme un besoin de la nature la nécessité d'absorber beaucoup d'eau. Les abondantes évacuations des malades font effectivement sortir toute l'eau du corps et jusqu'au sérum du sang, au point que le sang devient épais et poisseux comme de la gelée de groseille et ne peut plus circuler dans les vaisseaux, ce qui devient vite pour le malade une cause d'asphyxie.

Cependant, au commencement de ce siècle, Scott essaya, dans l'Inde, la méthode Sydenham, et il avoua qu'il eut grandement à s'en louer. En 1849, Thouret compte trente-deux succès sur trente-deux cholériques à la dernière période.

M. le docteur Netter, à son tour, a voulu contrôler les résultats déjà acquis, et ses conclusions sont absolument favorables à la médicamentation par l'eau. M. Netter est de l'avis de M. Bouillaud; pour lui il n'y a pas deux choléras, il n'y en a qu'un; aussi traite-il de la même façon le choléra nostras et le choléra asiatique. Il administre purement et simplement de l'eau.

Il ne faut pas, dit le savant médecin, se préoccuper des vomissements; ils sont aussi insignifiants que ceux du mal de mer; on pourrait même souhaiter qu'ils se produisent, car si le choléra est réellement un empoisonnement, ces évacutions ne peuvent qu'être favorables; elles ne peuvent qu'avoir un inconvénient, c'est d'altérer la composition du sang en faisant sortir du corps une quantité d'eau exagérée; aussi l'administration de l'eau à grande dose est-elle indiquée pour rendre au sang sa fluidité normale.

Déjà, il y a quelques années, M. le docteur Lorain, à l'hôpital Saint-Antoine, de Paris, eut la pensée d'ouvrir la veine d'un cholérique et d'y injecter à plusieurs reprises de l'eau tiède.

Le malade revint rapidement à la santé. Le procédé de Sydenham est encore plus élémentaire : il suffit de faire absorber l'eau par le canal digestif au lieu d'ouvrir la veine. M. Netter

y a recours et s'en trouve fort bien. Il tempère en outre les vomissements qui persistent pendant les premières heures à l'aide d'une eau gazeuse mêlée à de la tisane, et principalement avec de l'eau de Seltz et de l'eau de gomme. Il fait prendre ce mélange par verre, coup sur coup, sans interruption, et les malades s'y prêtent d'autant mieux qu'ils sont dévorés d'une soif ardente.

Au bout d'un temps variable, dix à douze heures, quelquefois plus tôt, quelquefois un peu plus tard, les vomissements s'arrêtent, la réaction se produit, la peau se réchauffe, la couleur bleuâtre de la face revient au rose ; la guérison commence.

SUR LA FABRICATION DU VERRE.

Par M. E. Siegwart.

Traduit de l'allemand pour le *Moniteur scientifique*; par M. Charles Baumfeld.

L'étude du verre, au point de vue de sa fabrication, a toujours été fort négligée par les chimistes, et on peut dire que, parmi toutes les industries de quelque importance, il n'en est point dont ils se soient moins occupés que de celle du verre. C'est de l'ingratitude de leur part; car nulle substance n'a été plus utile à la chimie, qui doit aux précieuses propriétés de ce corps la plupart de ses découvertes les plus importantes.

Le verre, en effet, est indispensable au chimiste, d'abord, parce qu'il est inattaquable par les liquides, et ensuite, parce que sa transparence permet d'observer, à mesure qu'ils se produisent, tous les phénomènes de réaction des diverses substances :

Mais ce n'est pas là tout le mérite du verre; ses autres services sont immenses :

Sans le verre, l'optique serait à peu près inconnue ; or, c'est grâce à cette science qu'on a pu étudier le mouvement, les dimensions et la constitution des corps célestes, et approfondir le merveilleux mécanisme qui relie entre eux tous ces mondes éloignés de nous par des distances presque infinies; d'un autre côté, le microscope nous a révélé toute une infinité d'êtres dont, sans lui, nous ne soupçonnerions même pas l'existence; nous devons aussi au verre la la belle invention de la photographie; enfin, sans le secours des lunettes, beaucoup de nos savants n'auraient pu rendre à l'humanité tous les services dont elle leur est redevable.

Dans la vie ordinaire, l'utilité du verre n'est pas moins grande. Les fenêtres, qui donnent la lumière à nos habitations et nous protégent contre l'influence malsaine de l'intempérie; le miroir, qui réfléchit notre image; le réflecteur, qui augmente le pouvoir éclairant de nos lampes, tous ces objets transparents, si nombreux et si variés, qui servent dans nos ménages, sont autant de formes que prend le verre pour nous être utile.

L'étude de ce corps et de sa fabrication mérite donc d'être traitée avec moins d'indifférence, et il est bon de connaître, sous toutes ses faces, une substance dont nous tirons un si grand profit sous des rapports si divers. Nous croyons être utile au lecteur en faisant précéder l'étude sur la fabrication du verre, que nous nous proposons de lui présenter ici, par le résumé de son histoire.

Il est peu de questions dont la solution se soit fait attendre aussi longtemps que celle de l'origine du verre.

Jusqu'à ce jour, on est encore dans l'incertitude sur l'époque et le lieu où il faut placer cette importante découverte. On ne sait si c'est aux Phéniciens ou aux Phrygiens, à Sidon ou à Tyr, qu'il faut l'attribuer, ou s'il faut la faire remonter à des temps plus reculés, à l'époque où les hommes venaient de découvrir le feu, et purent observer pour la première fois son action sur les corps naturels et sur les pierres artificielles faites avec de la terre argileuse.

Nous inclinons vers ce dernier avis; nous rappellerons ce verset de la Bible : « Tubalcaïn,

fils de Sella et de Lamech, né 3870 ans avant Jésus-Christ, était habile à fondre le fer et l'airain ; suivant d'autres traductions, à travailler le fer et le cuivre. »

Nous ferons remarquer que le feu étant découvert, ainsi que l'art de fondre quelques-uns des métaux dans des fours en terre, l'attention de ceux qui y travaillaient a dû naturellement être attirée sur les scories vitreuses formées par les produits de fusion.

D'après Pline, la découverte du verre est due à des Phéniciens qui, préparant un jour leur repas sur le bord du Bélus, et manquant de pierres ordinaires pour se construire une âtre, employèrent à cet effet des morceaux de natron (espèce de soude impure); ceux-ci fondirent sous l'action de la chaleur, et, se combinant avec le sable sur lequel ils reposaient, se transformèrent en une masse limpide et transparente qui fut le verre.

Le sable des bords du Bélus devait, en effet, par sa fusibilité extraordinaire, avoir contribué à la découverte du verre; mais le récit de Pline n'en doit pas moins être rangé parmi ces fables pittoresques dont les écrivains grecs, que Pline copiait beaucoup, se plaisent à combler les lacunes de l'histoire; quiconque s'est jamais trouvé dans une vitrerie et a vu quelle chaleur il faut pour fondre le verre le moins dur, sera bien vite convaincu de l'impossibilité de ce récit.

Ce qui a pu faire croire à cette origine du verre, c'est peut-être ce fait que le sable du Bélus a été considéré pendant très-longtemps comme le plus propre à sa fabrication; les vitreries de Sidon, et, plus tard, même celles de Venise, s'en servaient, en effet, pour fabriquer leurs plus beaux verres.

Joseph Flavius raconte la découverte du verre de la même manière, en l'attribuant à ses compatriotes : « Des enfants d'Israël ayant allumé, un jour, un grand feu dans une forêt, en virent fondre les cendres ainsi que le sable du sol et en produire, après le refroidissement, une nappe vitrée. »

Quoi qu'il en soit, il est un fait certain, c'est que la fabrication du verre date de la plus haute antiquité. Cela est prouvé par divers objets en verre trouvés dans plusieurs endroits. Les plus importants sont ceux des tombeaux de Beni-Kasan; ils datent du temps du roi Usertase, qui a régné 3500 ans avant Jésus-Christ. Outre les objets en verre, on a trouvé dans ces tombeaux des dessins représentant des hommes occupés à souffler le verre, assis devant des fours, le chalumeau à la main, et dans une attitude tout à fait semblable à celle que prennent encore aujourd'hui les ouvriers du verre pendant qu'ils travaillent.

C'est là, certes, une preuve suffisante de l'antiquité du verre. Citons-en une autre : Wilkinson (1) décrit un globe en verre, trouvé par le capitaine Hervey, qui porte, gravée en hiéroglyphes, l'inscription suivante : « La reine Ra-ma-ka, aimée d'Athor, protectrice de Thèbes. » Cette reine a régné 1500 avant Jésus-Christ.

Thèbes, Tyr et Sidon étaient les villes de l'antiquité les plus célèbres pour leurs verres.

Les Romains n'ignoraient pas cette renommée des fabriques africaines et ne tardèpas à en profiter. Lorsque Jules César conquit l'Égypte, il lui imposa de payer son tribut annuel en objets de verrerie. Cette circonstance devint pour la fabrication africaine une cause de perfectionnement et de progrès qui alla en croissant jusqu'au temps de Tibère, époque où l'industrie du verre commença à être cultivée à Rome même.

Les Romains construisirent leurs fabriques sur le modèle de celles d'Afrique, et leur intelligence leur fit faire dans cette industrie des progrès tels que bientôt leurs produits rivalisèrent avec ceux de l'Égypte.

Ils se bornèrent cependant à la fabrication des verres de couleur, mais cela pour la seule raison que les matériaux qu'ils employaient n'étaient pas assez purs pour qu'on en pût obtenir directement du verre blanc; ils lui communiquaient des teintes vilaines, qu'il était plus facile de masquer en colorant le verre par l'addition de divers oxydes que de le faire disparaître par la décoloration dont les moyens n'étaient pas encore bien connus à cette époque.

L'usage du verre se généralisa à Rome de plus en plus. Pline dit que des salles de bain, des bibliothèques, décorées de vitraux, n'étaient pas chose rare à Rome. Il y eut même un

(1) *The manners and customs of the ancient Egyptians*, vol. III, p. 88.

simple citoyen, du nom de M. Scaurus, qui s'est fait bâtir une maison dont les salles intérieures étaient ornées de nombreuses colonnes en verre.

Bientôt la fabrication du verre eut pris une extension assez grande pour fournir au gros public des objets en verre pour divers usages et à bas prix; les Romains avaient compris que, pour qu'une industrie puisse prospérer, il faut que ses produits servent le plus grand nombre.

Le haut degré de perfection qu'a l'industrie du verre chez les Romains nous est attesté par un grand nombre de spécimens qui se sont conservés jusqu'à nous. Les urnes surtout, vases destinés à conserver les cendres des morts, sont remarquables par la beauté et l'élégance de leurs formes, ainsi que par la finesse de l'exécution.

De Rome l'industrie du verre passa en Gaule où, après la conquête de ce pays, les Romains l'introduisirent en même temps que leur langue et leurs mœurs. Elle prit chez les Gaulois un développement si extraordinaire et si rapide que les Romains furent dépassés, tant dans la fabrication des objets d'usage ordinaire que dans la verrerie de luxe.

On a trouvé, en 1825, près de Strasbourg, un vase qui date de la fin du IIIe siècle, car il porte le nom de Maximien, empereur romain, mort à Marseille en 310 après Jésus-Christ. Ce vase est considéré par tous les connaisseurs comme un chef-d'œuvre sous le rapport du goût comme sous celui de l'exécution, dont la perfection est à peine atteinte de nos jours.

Les nombreuses verreries de France et d'Espagne furent presque toutes détruites par l'invasion des Barbares, et avec elle périt le secret d'un grand nombre de procédés précieux.

Vers cette époque, l'industrie du verre prit un certain développement en Orient, sous le règne de Constantin Ier, qui s'appliqua par tous les moyens à la faire prospérer. Cet empereur engagea, par des présents et des priviléges, les artisans verriers des pays occidentaux à venir s'établir dans ses États; il leur promettait appui et protection, et les exemptait d'impôts. Cependant, malgré les encouragements qu'elle rencontrait dans l'Orient, la fabrication du verre ne tarda pas à renaître dans l'Occident et à y reprendre son ancien éclat. Venise surtout devint redoutable pour le monopole oriental qu'elle finit par déplacer en l'attirant à elle-même. Un écrivain contemporain, Agricola, constate en ces termes l'admiration qu'excitait alors cette ville par ces belles verreries. « A Venise, dit-il dans son ouvrage intitulé *De Re metallica*, on confectionne avec le verre des choses merveilleuses : ce sont des vases, des plats, des plateaux de balance, des miroirs, des oiseaux, des arbres, des fruits, et toute sorte d'autres objets dont les noms seraient difficiles à énumérer.. »

On commença aussi à fabriquer le verre en Allemagne, mais les produits allemands différèrent complétement, par leur forme et le style de leur ornementation, de ceux de Venise et des autres pays auxquels ils firent une forte concurrence. Les fabriques de Bohême surtout atteignirent une grande perfection; les verres qui en sortaient étaient d'un goût et d'une pureté incomparables, et de plus ils se vendaient bon marché.

Les principaux fondateurs de la verrerie allemande furent Jean Keyl, le chimiste Kunkel et Gaspard Lehmann, l'inventeur du rouet pour polir le verre.

C'est surtout grâce aux prix modérés auxquels les fabriques parvinrent à pouvoir livrer leurs produits que le verre est devenu ce qu'il est aujourd'hui, c'est-à-dire une des substances le plus universellement répandues et les plus indispensables aux besoins de la vie.

Le verre, dans sa composition normale, est une combinaison de silice, de potasse, de soude et d'oxyde de plomb. La silice doit être considérée comme l'élément principal; les diverses bases s'y combinent en se substituant les unes aux autres.

Il existe une combinaison simple de la silice avec la soude ou avec la potasse, connue sous le nom de *verre soluble;* c'est un corps important. L'usage et les propriétés en ont été décrits, dès 1520, dans un mémoire très-estimé, par le P. Bazile Valentinus. Mais ce n'est que dans les temps modernes et grâce aux travaux du professeur J. N. de Fuchs, de Munich, qu'il a acquis son importance et sa valeur dans l'industrie.

On l'obtient en faisant fondre un mélange de silice et de carbonate de potasse ou de soude; l'acide carbonique du sel alcalin est chassé par l'acide silicique, et il se forme un composé

nouveau qui, si la silice et le carbonate ont été employés dans des proportions convenables, a la propriété de se dissoudre complétement dans l'eau bouillante. Dans la fabrication en grand, on fait couler le produit de cette fusion dans de l'eau froide, et les morceaux solides qui se déposent sont refroidis, concassés, moulus et dissous dans de l'eau bouillante avec un degré de concentration déterminé.

On n'emploie plus guère maintenant que le verre soluble à la soude. Sa fabrication est très-simple, et on l'obtient de bonne qualité avec la composition suivante :

Farine de quartz	100	parties.
Sulfate de soude calciné	65.75	—
Carbonate de soude	17.14	—
Charbon de bois	3.52	—

On abrége considérablement le temps de fusion en mêlant les matières avec beaucoup de soin et par quantité aussi petite que possible. Le mélange est porté dans des pots neufs, et la fusion peut s'opérer dans les fours qui servent pour fabriquer le verre ordinaire.

Dans quelques fabriques cependant les fours, ainsi que les pots, ont une forme et une disposition particulières et appropriées à cet usage. Les premiers ne diffèrent généralement des fours ordinaires que par leurs dimensions moindres; quant aux pots, l'avantage de leur construction consiste en une ouverture placée très-peu au-dessus du fond, qui permet d'écouler facilement le verre aussitôt que sa fusion est complète. Pendant que la fusion a lieu, cette ouverture est fermée par un bouchon creux en fer, dans lequel circule un courant d'eau froide qui l'empêche de fondre.

Le verre soluble se présente sous la forme de morceaux solides, transparents, semblables au verre et à la chaux, et ayant une teinte verte ou jaunâtre. Il se dissout rapidement sans résidu dans l'eau bouillante; c'est, du moins, ce que nous avons constaté sur du verre soluble provenant d'une province rhénane et qui, d'après l'analyse, renfermait 100 parties de silice sur 38.72 de soude. Les sels alcalins, ajoutés à cette solution, en séparaient peu à peu une matière gélatineuse dont la composition différait très-peu de celle du verre employé.

L'alcool agit sur la solution de verre soluble de la même manière que les sels alcalins, et il fournit un moyen d'obtenir des produits purs.

Les acides, et la silice elle-même, chassent la silice du verre soluble en se combinant à ses alcalis; c'est pourquoi il est nécessaire de n'employer, pour la fabrication de ce verre, que de l'eau parfaitement pure.

L'acide acétique se comporte avec la solution de verre soluble de deux manières bien différentes : si l'on verse l'acide dans la solution, il se produit instantanément une substance gélatineuse qui, au bout de quelques instants, se change en une masse cristalline; si le mélange se fait dans l'ordre inverse, c'est-à-dire si l'on verse la solution dans l'acide acétique, la réaction ne se manifeste qu'au bout d'un certain temps, après lequel il se sépare une masse opaline qui, lavée et desséchée, acquiert une dureté assez grande pour rayer le verre.

Les métaux alcalino-terreux n'agissent pas sur la silice de la même manière que les alcalis.

La chaux ne se vitrifie pas avec elle dans les mêmes circonstances que ces bases, c'est-à-dire dans le feu des fours de verrerie; la vitrification cependant peut s'effectuer par la chaleur du chalumeau à gaz oxhydrique; le mélange fond, et, s'il contient la silice et la base en parties égales, donne, après le refroidissement, une masse transparente et cristalline; s'il y avait un excès de chaux, le verre serait boursouflé et cassant.

La silice se combine aussi à la magnésie, mais les composés qui en résultent fondent très-difficilement.

Les silicates de baryte et de strontiane sont, au contraire, beaucoup plus fusibles et donnent un verre très-blanc; on les emploie pour cette raison, dans la fabrication du verre, pour remplacer partiellement la soude et la potasse; les verres résultant de cette substitution ont une densité considérable; ils peuvent servir avantageusement pour les usages de l'optique.

Le silicate d'argile joue un rôle important dans la nature où il est très-répandu.

Le *disthen* est un silicate d'argile formant de beaux cristaux.

Mais ce silicate est difficile à obtenir artificiellement, à cause de la température élevée que sa formation exige.

Les oxydes de fer et de manganèse se combinent avec la silice et forment des masses ternes et peu apparentes.

Les oxydes de plomb donnent avec la silice des silicates solubles; le mélange de ces corps fond facilement. C'est la formation de ce silicate qui est la cause de la perforation des creusets hessois pendant la fusion de la litharge.

Les sels doubles que la silice forme avec les bases précitées ont une importance beaucoup plus grande que ses composés simples, ils constituent les *verres véritables.*

Les silicates doubles de chaux et de potasse, de chaux et de soude, de soude et d'oxyde de plomb, qui sont les plus importants parmi ces sels, donnent, par voie de fusion, des masses dures, cassantes, transparentes ou translucides, ayant une cassure particulière, dite vitreuse.

Ainsi le verre est une combinaison chimique de la silice avec les bases qu'on vient de nommer; c'est un sel, un silicate double.

Il est mauvais conducteur de la chaleur; c'est la cause de sa fragilité lorsqu'il est exposé à un changement brusque de température: les couches extérieures s'échauffant plus rapidement que les couches intérieures, dans lesquelles la chaleur ne pénètre que très-lentement, se dilatent seules et brisent le verre; il en est de même pour le refroidissement brusque : le verre est brisé par l'inégale contraction des diverses couches. Une excellente démonstration de ce principe nous est fournie par l'expérience des *larmes bataviques.* Ce sont des gouttelettes de verre fondu qu'on laisse tomber dans de l'eau fraîche. Les couches extérieures de la gouttelette se refroidissent très-rapidement et forment une croûte solide autour des parties intérieures restées encore chaudes. Bientôt celles-ci se refroidissent à leur tour, et la contraction qui en résulte ferait éclater la perle sans la résistance de l'enveloppe solide. Aussi, lorsque celle-ci vient à être endommagée, la gouttelette vole en éclats et se réduit en une poussière impalpable.

Les *flacons bolonais* se comportent de la même manière.

Pour diminuer la fragilité du verre, on l'expose à un refroidissement lent, dans des fours de refroidissement construits pour cet effet. Un bon ou un mauvais refroidissement se reconnaît parfaitement à la gravure du verre. Le verre convenablement refroidi est beaucoup plus dur; c'est pourquoi le verre des bouteilles qui restent longtemps et en grande quantité dans les fours de refroidissement est si réfractaire à l'émeri et au polissoir.

Le verre est flexible; son degré de flexibilité dépend du rapport de sa section longitudinale à sa section transversale. Un fil de verre mince se laisse facilement enrouler sur la main, et on fabrique même depuis quelque temps des étoffes en laine de verre (excellent produit fait avec des fils d'émail très-fins) qui, par l'éclat de leurs belles couleurs, sont supérieures à la soie.

Le verre est élastique; dévié de sa position normale, il reprend sa forme aussitôt que la force de pression cesse d'agir. Si la déviation est maintenue pendant un temps prolongé, le verre conserve pendant quelque temps sa nouvelle forme.

La propriété la plus importante du verre, c'est de se ramollir à une haute température; car c'est principalement sur elle qu'est fondée l'industrie verrière.

Il peut être soufflé, tiré, pressé, soudé, sans qu'on ait besoin des nombreux outils qu'exige le façonnage des métaux.

Un tube de fer, un chalumeau, une paire de ciseaux, quelques fers à souder et des tenailles sont les instruments les plus nécessaires au verrier pour confectionner les objets en verre les plus divers.

La densité du verre varie entre 2.2 et 4, suivant la nature des éléments dont il est formé.

L'action de la lumière sur le verre présente beaucoup d'intérêt. M. Gaffield a fourni sur ce sujet des données précieuses. (Voir la séance de l'Académie p. 834.)

Au bout d'une année d'exposition au soleil, les vitres ordinaires, dont la couleur est verdâtre, se colorent d'abord en jaune, puis en rose, et finalement, en violet sans que la chaleur y soit pour rien. Le verre blanc, même très-pur, subit les mêmes changements ; c'est ainsi que j'ai observé que le tube abducteur d'un appareil à gaz chlorhydrique, qui avait servi depuis plus d'un an, s'était coloré en violet intense sur toutes les parties exposées directement au soleil, tandis que la partie cachée par la jointure de caoutchouc était restée parfaitement blanche ; par la fusion au chalumeau, la couleur violette disparut et le verre du tube est redevenu blanc.

Si, dans le verre soluble, dont la composition peut être représentée par la formule $2NaO.6SiO^2$, on remplace un équivalent NaO par un équivalent CaO, on obtient la formule $NaO.CaO.6SiO^2$, dans laquelle on a $NoO : CaO : SiO^2 = 31 : 28 : 181.2$.

Le verre de cette composition contient :

Silice	75.4	pour 100.
Soude	12.9	—
Chaux	11.6	—

$SiO^2 : NoO . CaO = 1 : 0.325.$

Ces proportions ont donné un verre d'une bonne qualité, et l'analyse les a trouvées très-voisines de la composition d'un très-bon verre à vitres de Belgique qui contenait :

Silice	74.82	pour 100.
Soude	13.01	—
Chaux	11.21	—
Fer et argile	1.93	—
Acide sulfurique	Traces.	

Et où, par conséquent, $SiO^2 : NaO . CaN = 1 : 0.324.$

Ce verre se distinguait surtout par sa résistance à l'action de l'atmosphère.

Voici la composition de quelques autres sortes de verre, également reconnues de bonne qualité ; elle diffère très-peu de la précédente :

Verre à vitres de Saarbruck.

Silice	71.27	pour 100.
Soude	12.50	—
Chaux	14.13	—
Fer et argile	1.44	—
Acide sulfurique	0.21	—

$SiO^2 : NaO . CaO = 1 : 0.372.$

Verre de Wilten.

Silice	12.25	pour 100.
Chaux	13.40	—
Soude	13.02	—
Fer et argile	1.23	—
Acide sulfurique	0.12	—

$SiO^2 : NaO . CaO = 1 : 0.362.$

Verre de Stahlberg de l'année 1867.

Silice	72.03	pour 100.
Chaux	14.07	—
Soude	11.41	—
Fer et argile	2.45	—
Acide sulfurique	0.14	—

$SiO^2 : NaO . CaO = 1 : 0.353.$

Même verre de l'année 1869.

Silice	72.42	pour 100.
Chaux	13.81	—
Soude	12.71	—
Acide sulfuriqud	0.14	—
Fer et argile	0.93	—

$SiO^2 : NaO . CaO = 1 : 0.365.$

Le même de l'année 1870.

Silice	72.34	pour 100.
Chaux	12.97	—
Soude	13.35	—
Fer et argile	1.24	—
Acide sulfurique	Traces.	

$SiO^2 : CaO . NaO = 1 : 0.363.$

Le même de l'année 1871.

Silice	71.27	pour 100.
Chaux	12.84	—
Soude	13.33	—
Fer et argile	1.17	—
Acide sulfurique	Traces.	

$SiO^2 : CaO . NaO = 1 : 0.363.$

Une vieille vitre opaque (provenance inconnue).

Silice	69.37	pour 100.
Chaux	7.57	—
Soude	21.11	—
Fer et argile	1.55	—
Acide sulfurique	0.40	—

$SiO^2 : CaO . NaO — 1 : 0.412.$

Il résulte des tableaux qui précèdent que, dans un verre de bonne qualité, 1 équivalent de chaux et 1 équivalent de soude sont combinés, à 6 équivalents de silice.

M. Benrath, dans son excellent travail *sur la composition normale du verre exempt de plomb*, pense que les meilleurs verres doivent être représentés par une formule plus riche en chaux. Ainsi, d'après lui, la formule normale d'un bon verre est :

$$5(NaO.3SiO^2 + 7(CaO.3SiO^2).$$

Cependant, nous nous sommes convaincus, par des expériences analytiques et synthétiques, que si 6 équivalents SiO^2 sont combinés dans le verre, à plus de 1 équivalent CaO et de 1 équivalent NaO, il résiste beaucoup moins bien aux agents atmosphériques que le verre belge dont nous venons de donner la composition, et qu'en outre il a une grande tendance *à devenir cru.*

Je l'ai constaté même sur une vitre devenue complétement opaque, dont la composition concordait avec la formule de Benrath, et qui provenait précisément d'une fabrique que M. Benrath recommande comme modèle.

La composition des verres qui suivent est moins à recommander :

Verre à vitres silésien d'un très-bel aspect.

Silice	74.72	pour 100.
Chaux	8.87	—
Soude	15.01	—
Fer et argile	1.26	—
Acide sulfurique	0.17	—

$SiO^2 : NaO . CaO = 1 : 0.318.$

Ce verre contient trop de soude aux dépens de la chaux. Malheureusement nous en avions une trop petite quantité pour pouvoir l'examiner au point de vue de la résistance aux agents de l'atmosphère.

Le verre de Zwickau était d'une composition tout à fait semblable à celle qui précède :

Silice	72.63	pour 100.
Chaux	9.92	—
Soude	14.86	—
Fer et argile	2.07	—
Acide sulfurique	Traces.	

Je pourrais encore citer beaucoup d'autres verres provenant des fabriques les plus diverses; leur composition montrerait, comme celle des verres qui précèdent, que, pour avoir un verre très-résistant, il ne faut pas employer beaucoup de chaux.

Je crois ensuite que l'intensité de la chaleur dans les fours pendant la fusion influe aussi sur la résistance du verre, et je me suis convaincu qu'avec un mauvais combustible on n'obtient jamais un verre aussi dur qu'avec un combustible de bonne qualité.

Il serait bon de mesurer de temps à autre la température du four, afin de pouvoir déterminer la relation qui existe entre l'intensité de la chaleur de fusion et les qualités du verre. Mais comme les pyromètres proposés pour atteindre ce but sont les uns trop coûteux, les autres peu exacts et tous d'un usage très-peu pratique, je crois devoir recommander aux industriels intéressés une méthode très-simple dont on se sert dans les expériences calorimétriques et qui leur permettrait de connaître à chaque instant la température du four.

Personne n'est sans avoir remarqué que les très-vieilles vitres deviennent brillantes et colorées des manières les plus diverses ; que les miroirs qui sont restés longtemps dans des chambres humides, sans avoir été nettoyés souvent, deviennent mats ; que les bouteilles abandonnées dans des caves se couvrent d'une mince couche d'un dépôt blanc ; on sait également que les objets en verre très-vieux, comme ceux qu'on retire des anciennes tombes, s'écaillent complétement ; tous ces faits ont pour cause une composition défectueuse du verre.

L'analyse d'un morceau de verre retiré d'un tombeau romain, et qui reflétait de très-belles couleurs, a donné les proportions suivantes :

Silice	64.25	pour 100.
Chaux	7.57	—
Potasse et soude	23.22	—
Fer et argile	3.52	—
Magnésie	1.44	—

$SiO^2 : NaO . CaO = 1 : 0.478.$

L'opacité du verre est due à ce que sa mauvaise composition en rend la surface attaquable par l'humidité, l'acide carbonique et l'ammoniaque de l'air; ces agents y séparent la chaux et les alcalis de la silice ; les alcalis sont ensuite entraînés par la pluie, et il reste sur la surface du verre une couche très-mince de silicate de chaux qui produit l'irisation.

L'action de l'eau sur le verre était connue déjà de Scheele et de Lavoisier, qui démontrèrent, contrairement à l'opinion, générale à cette époque, que l'eau se change en terre, que, lorsqu'on évapore de l'eau dans du verre, une petite portion de ce dernier se dissout et reste comme résidu solide après l'évaporation du liquide.

La décomposition du verre a lieu très-rapidement lorsqu'on le traite, à l'état de poudre fine, par l'eau et l'acide carbonique ; les meilleurs verres se décomposent dans ces circonstances et perdent en grande partie leurs bases. Ce sont les chimistes Cadet et Pelouze qui ont les premiers fait cette expérience.

Un fait remarquable, c'est la présence de l'acide sulfurique dans les diverses sortes de verres du commerce, et il est étrange que, avant Pelouze, aucun chimiste ne l'ait remarqué, bien que l'acide sulfurique puisse, avec la plus grande facilité, se découvrir soit dans la soude fondue, soit dans la solution dans du flux pur.

Pour obtenir le verre à vitres, on place le verre en cylindres dans un four particulier pour l'aplatir et l'étendre. Pendant cette opération, un côté du verre reste appliqué contre une pierre parfaitement plane et l'autre côté est exposé au feu du four.

L'action de ce feu, prolongée outre mesure, altère la constitution de la surface du verre, qui devient plus riche en silice et perd un peu d'alcali ; si le verre contient une quantité notable d'acide sulfurique, une petite partie de celui-ci se volatilise aussi et se combine avec l'alcali ; ce composé, mêlé à un peu de noir de fumée, forme sur la surface fraîche du verre transporté dans le canal de refroidissement, un enduit grisâtre très-mince qui lui donne un aspect mat et trouble.

Dans certaines fabriques il est d'usage de laver les nappes de verre avant de les transporter dans la chambre à couper. Pendant ce lavage, l'eau entraîne les sels et les impuretés qui se sont déposés à la surface du verre.

J'ai employé l'eau qui avait servi pour laver 2,000 pieds carrés de verre, pour déterminer la quantité d'acide sulfurique qui s'était déposé sur le verre pendant le laminage. J'y ai trouvé 27^{gr},3 de sulfate de soude, c'est-à-dire 0.01365 par chaque pied carré de verre.

La présence de l'acide sulfurique peut être constatée facilement sur le verre dit *suant*. J'ai placé une vitre qui avait une grande tendance à *devenir aveugle* dans un endroit humide et propre, et, au bout de quelques jours déjà, la surface s'était couverte d'un léger dépôt de cristaux.

L'expérience fut répétée plusieurs fois avec la vitre nettoyée au moment; chaque fois la cristallisation se produisit et toujours sur la surface qui, pendant le laminage, avait été en contact avec la pierre; la couche supérieure de la vitre, plus riche en silice, présentait au contraire, outre une plus grande résistance à l'action de l'atmosphère, plus de dureté et d'éclat. La connaissance de ces faits est importante pour la pratique; car les vitres qui, dans les maisons, ont leur face de laminage tournée vers le dehors, auront beaucoup plus à souffrir de l'influence de l'atmosphère et deviendront beaucoup plus facilement aveugles.

Si, à un verre frais, on enlève la couche la plus dure par la lime et le polissoir, ses deux faces se comportent de la même manière sous le rapport de l'aveuglement, et, au bout de quelques jours d'exposition dans un lieu humide, on obtient un dépôt suffisant pour qu'on puisse constater qu'il contient de la soude et de l'acide sulfurique.

Pour faire ressortir la différence entre le verre fraîchement poli et celui dont la surface est décomposée partiellement par l'aveuglement, j'ai enduit, d'une manière très-égale, un grand plateau de verre, ayant une tendance à devenir opaque, d'une bouillie de poudre de craie très-fine et de glycérine, à la manière dont cela se fait dans la fabrication du verre de mousseline, et j'ai laissé sécher. J'ai appliqué ensuite sur le plateau un calibre et je l'ai brossé, en quelques points seulement, comme on fait pour la décoloration. La vitre fut exposée dans cet état pendant quinze jours dans un lieu sec. Après ce délai, l'enduit fut ôté et le verre lavé. Il n'y eut point de trace d'un changement quelconque. Mais ayant observé, dans mes expériences antérieures sur les caustiques, que les diverses sortes de verre se comportent d'une manière très-différente dans le bain caustique, et que même les divers côtés du verre présentent, sous ce rapport, de grandes différences, j'ai immergé pendant une demi-heure le carreau traité, comme je viens de le dire, dans un bain formé de

Fluorure de fluorhydrate de potassium......	16 parties.	
Eau..	110 —	
Acide sulfurique	1.5 —	à 66° Baumé.

Au bout de ce temps, il se produisit un dessin très-mat sur un fond d'un mat plus faible; le mat fort s'était formé aux points qui avaient eté couverts, pendant les quinze jours, par la couche de craie. La glycérine les avait maintenus un peu humides, ce qui avait causé la décomposition.

Cette expérience est un procédé très-pratique pour essayer la résistance des différentes sortes de verre à l'action de l'atmosphère.

Lorsque le verre est exposé à un refroidissement très-lent, il subit une transformation qui, dans la plupart des cas, est visible à l'œil; elle se manifeste par l'apparition dans le verre de points blancs; ces points se multiplient en rayonnant dans tous les sens; le verre devient trouble, et, au bout de quelque temps, il se change en un corps opaque, semblable à la porcelaine, et qui a reçu le nom de porcelaine de Réaumur. Ce phénomène s'appelle la dévitrification du verre. C'est le phénomène le plus remarquable de la fabrication du verre. Il donne l'explication d'un grand nombre de « maladies du verre, » et a été l'objet de recherches de MM. Dumas et Pelouze.

Souvent la dévitrification se produit dès qu'on relève le verre du *port;* il devient cru, comme disent les verriers, et, dans ce cas, on ne peut rien faire de mieux que de cesser le travail de sortie et de chauffer de nouveau fortement le four.

Le verre se dévitrifie aussi lorsqu'on l'abandonne pendant quelques semaines dans le four de développement, à une température suffisante pour le maintenir mou, et qu'au bout de ce temps on le retire et on le laisse refroidir : cela prouve qu'elle peut être causée même par la température ordinaire du four de développement.

Dans ce cas, l'aveuglement du verre commence à la fois sur les deux surfaces du verre, d'où il s'avance régulièrement vers le milieu. Si l'on interrompt le phénomène en cassant le carreau, on voit trois couches différentes : les deux extérieures sont d'un blanc de lait et

sont opaques, tandis que celle du milieu est limpide et transparente. On observe aussi que la cohésion entre ces diverses couches est encore très-faible et qu'on peut facilement les séparer.

La dévitrification tient à un changement physique, la cristallisation du verre.

Si l'on examine au microscope un des points blancs qui en sont le commencement, on voit un gros noyau blanc sur lequel se déposent, dans la direction de six plans différents, de petits cristaux fins comme des cheveux et disposés comme une barbe de plume, pour former un hexagone excessivement petit. C'est le système cristallin que j'ai observé, surtout dans le verre à vitres. Dans d'autres verres, ces cristaux se présentent avec des dimensions plus grandes. Dans le verre foncé des bouteilles, ils forment des corpuscules ronds, semblables à la graine des capucines, du cresson, et appartenant au système hexagonal, tandis que dans le verre demi-blanc, ce sont de petites croix bien nettes, du système tesseral. A une température convenable, les cristaux se superposent les uns aux autres; de nouvelles formations s'intercalent dans leurs intervalles, ce qui change le verre en une masse trouble que Réaumur a essayé, mais sans succès, de substituer à la porcelaine dans la fabrication des vases.

J'ai eu, à plusieurs reprises, l'occasion de soumettre à l'analyse du verre ainsi altéré. Un carreau, de provenance suisse, m'a donné les résultats suivants :

Silice	72.80	pour 100.
Soude	11.50	—
Chaux	15.02	—
Fer et argile	0.47	—
Acide sulfurique	0.21	

La question qui s'impose maintenant est celle de savoir comment ces cristaux se forment, et quel est le rapport entre leur composition et celle du verre dont ils proviennent.

La première de ces questions, étudiée par Pelouze, l'a conduit à la conclusion que les cristaux sont formés dans le verre par un excès de silice. Des expériences synthétiques, exécutées dans la manufacture de Saint-Gobain, de même que de nombreuses analyses, le confirmèrent dans cette opinion. M. Boulanger, cependant, est d'un avis différent : il pense que la cristallisation provient de la chaux, affirmation qu'il prétend appuyer de quelques preuves. D'abord, dit-il, les verriers savent très-bien que l'opacification du verre peut s'éviter par la diminution de la chaux; ensuite la silice fond au chalumeau et même se volatilise en un gaz clair, et enfin Pelouze a employé pour ses expériences un verre très-riche en chaux; c'est pour cela qu'une portion en a pu cristalliser aussi en même temps que la silice.

C'est un fait, toutefois, que les verres très-riches en chaux se dévitrifient très-facilement; mais on sait, d'un autre côté, que, pour fabriquer la porcelaine de Réaumur, on emploie de préférence les verres riches en argile et en silice, et que ce sont ces verres surtout qui se dévitrifient rapidement et avec une belle cassure. Je crois, quant à moi, que, dans des circonstances convenables, on peut produire du verre capable de cristalliser, tant avec la silice qu'avec la chaux et d'autres oxydes.

La composition du verre cristallisé est encore plus importante pour le chimiste que son mode de formation.

M. Dumas fait connaître, dans son *Traité de chimie appliquée*, les résultats des premières analyses de ce verre. Il cite les exemples suivants :

	Verre transparent.	Le même verre cristallisé.
Silice	64.7	68.2
Argile	3.5	4.9
Chaux	12.0	12.0
Soude	19.8	19.9

Il affirme, d'après cela, que, pendant la dévitrification, une partie de l'alcali se volatilise. Je crois cependant qu'il faut admettre que Dumas avait devant lui deux sortes de verre différent, ou bien que le verre qu'il a examiné avait, pendant la dévitrification, sa face cristallisée tournée au dehors, et, par suite, exposée à la haute chaleur du four qui suffit pour le

décomposer. Mes propres expériences ne m'ont jamais donné de différence sensible entre le verre cristallisé et le verre transparent.

NOTICES DIVERSES.

Sur la conversion de l'aniline en toluidine.

Par A.-W. Hofmann (1).

M. Hofmann vient de découvrir une réaction qui permet de transformer l'aniline en toluidine. Avant de décrire ce procédé, nous allons donner un résumé snccinct des recherches qui l'ont conduit à ce résultat si important au point de vue industriel. Ces recherches avaient pour objet l'action de la chaleur sur des sels d'ammoniaques composées quaternaires. Sous l'influence de cet agent, l'auteur a pu provoquer dans la molécule de ces sels des transpositions telles que la base quaternaire a été convertie en base primaire. Voici, du reste, comment il expose lui-même ses principaux résultats :

« On a choisi pour opérer l'iodure de triméthylphénylammonium.

$$C^6H^5 . CH^3 . CH^3 . CH^3AzI.$$

Abstraction faite des actions secondaires, l'action de la chaleur sur cet iodure peut se résumer dans les trois réactions suivantes :

Transformation de la combinaison quaternaire en combinaison tertiaire :

$$C^6H^5 . CH^3 . CH^3 . CH^3AzI = (C^6H^4 . CH^3)CH^3 . CH^3Az . HI.$$

Transformation de la combinaison tertiaire en combinaison secondaire :

$$(C^6H^4 . CH^3)CH^3 . CH^3Az . HI = \left[C^6H^3(CH^3)^2\right] CH^3 . HAz . HI.$$

Transformation de la combinaison secondaire en combinaison primaire :

$$\left[C^6H^3(CH^3)^2\right] CH^3HAz . HI = \left[C^6H^2(CH^3)^3\right] HHAz . HI.$$

Ainsi, sous l'influence de la chaleur, l'iodure de phénylammonium triméthylé se convertit en iodure de méthylphénylamine diméthylée, c'est-à-dire en iodure de diméthyltoluidine ; ce dernier se change ensuite en iodure de diméthylphénylamine monométhylée, c'est-à-dire de méthylxylidine, et celui-ci enfin se transforme en iodure de triméthylphénylamine ou de cumidine. La réaction consiste donc essentiellement dans le déplacement du groupe méthyle dans la molécule du sel considéré ; c'est d'abord le méthyle de l'iodure de méthyle ; puis, à mesure que l'action de la chaleur se prolonge, les groupes méthyle compris dans le groupement AzH^2 qui se trouvent incorporés par substitution dans le groupe phényle. On a donc dans l'action de la chaleur sur cet iodure de monamine quaternaire un moyen simple de passer des composés de la benzine à ceux du toluène, du xylène et du cumène, c'est-à-dire, en général, de passer d'une série de corps à une autre série plus riche en carbone. »

De tels résultats conduisirent l'auteur à se poser cette question si intéressante au point de vue industriel : « Ne serait-il pas possible de déduire de ces recherches un procédé simple qui permît de transformer une base en celle qui la suit immédiatement dans sa série homologue? Ne pourrait-on pas, par exemple, en traitant l'aniline à 300 degrés par de l'iodure de méthyle, la transformer en toluidine ? »

Cette question a été résolue affirmativement par l'expérience, et voici en quels termes M. Hofmann expose ses résultats :

« On peut chauffer jusqu'à 220 - 230 degrés les sels de méthylaniline (nous avons opéré sur le chlorure et l'iodure) sans qu'ils éprouvent aucun changement ; mais si on élève la température jusqu'à 335 degrés, point de fusion du plomb, le groupe méthyle qui faisait d'abord partie du groupement AzH^2 se reporte dans le groupe phényle C^6H^5 :

---

(1) M. Durand, fabricant de matières colorantes à Bâle, en nous signalant ce magnifique mémoire d'Hofmann, nous engage à en donner de suite un extrait à nos lecteurs, en attendant le mémoire complet. Dr Q.

$$C^6H^5.(CH^3.AzH)HCl = (C^6H^4.CH^3)AzHH.HCl.$$

Pour atteindre ce but, il n'est pas nécessaire d'opérer sur la méthylaniline pure; si l'on mélange une molécule de chlorhydrate d'aniline et une molécule d'alcool méthylique, et si l'on chauffe ce mélange pendant plusieurs heures sous pression, à une température de 230 à 250 degrés, on obtient une masse résineuse, jaune, transparente, d'une consistance sirupeuse, qui est en majeure partie composée de chlorhydrate de méthylaniline.

$$C^6A^5.HHAz.HCl + CH^3.OH = C^6H^5.CH^3.HAz.AzCl + H^2O.$$

Chauffé pendant une journée à 350 degrés, le contenu des tubes s'est entièrement transformé. Au lieu de la résine transparente, liquide et sirupeuse, on a obtenu un enchevêtrement de beaux cristaux; le chlorhydrate de méthylaniline s'est transformé en chlorhydrate de toluidine. La masse de cristaux est soluble presque sans résidu. Par l'addition d'alcali, la base surnage à la surface du liquide à l'état d'huile brune. Si l'on décante la couche huileuse de la solution saline et si on la distille à la vapeur, on obtient un liquide incolore qui se prend en masse d'un blanc éblouissant qui est la toluidine. Le point de fusion de la toluidine ainsi obtenue est 45 degrés. Par surcroît de précaution, on a établi sa constitution par le sel de platine.

La formule $2\left[(C^6H^4.CH^3)H^2Az.HCl\right]PtCl^4$ exige :

Platine............. 31.51 On a trouvé......... 31.33

Il est d'ailleurs à remarquer que l'iodure de méthylaniline, chauffé de la même manière, ne produit pas comme le chlorure de la toluidine solide, mais bien de la toluidine liquide. Pour le moment, je ne puis décider quelle est celle des deux toluidines liquides qui se forme dans ce cas.

Je me propose de rechercher si on pourra de la même manière convertir en leurs homologues les amines des autres classes et même les alcalis végétaux. Sous ce rapport, l'examen de la naphtylamine présentera un intérêt tout particulier. D'après quelques observations faites précédemment, la production des naphtylamines méthylées semblait devoir présenter des difficultés; mais si on opère à des températures modérées, on obtient très-facilement la naphtylamine monométhylée et la naphtylamine diméthylée, ainsi que la base d'ammonium. Les sels de ces combinaisons se distinguent principalement par leur facilité de cristallisation; mais je n'ai pas encore eu le temps de les soumettre à l'action de la chaleur. »

Nouveau réactif pour déceler le sang. — Son emploi en chimie légale.

Par F. L. Sonnenschein (de Berlin).

Par des expériences bien antérieures au sujet qui m'occupe, je me suis assuré que, dans certaines conditions, les acides molybdique et tungstique donnent avec les substances dites protéiques des précipités insolubles dans les liqueurs acides (1).

Il est indispensable, pour que la réaction ait lieu, que les acides sus-nommés soient en combinaison soluble, unis à un alcali, par exemple, et qu'on ait la précaution d'ajouter un autre acide libre, tel qu'il ne puisse former une combinaison insoluble, soit avec l'acide destiné à réagir sur les matières protéiques, soit avec ces matières elles mêmes. Dans les recherches qu'il s'agit d'exposer, je me servais d'ordinaire d'une dissolution saturée de tungstate de soude; fortement acidulée avec un acide organique, comme l'acide acétique, par exemple, ou bien avec l'acide phosphorique tribasique, elle constitue un réactif tout prêt à servir.

Ce réactif donne avec l'albumine, la caséine, le sérum du sang et la gélatine, même en dissolution très-étendue, de volumineux précipités insolubles dans l'eau légèrement acidulée, mais solubles surtout à chaud dans les alcalis; ils offrent les caractères suivants : ils se contractent considérablement lorsqu'on les chauffe, et se transforment ensuite en une

(1) Il y a dix ans qu'un procédé industriel que j'ai fait connaître pour précipiter les substances protéiques au moyen de l'acide tungstique est breveté en Allemagne et en Angleterre.

masse molle, visqueuse et s'étirant en fils, qui, par le refroidissement, se solidifie sous la forme d'un corps friable, à cassure vitreuse et conchoïdale.

Il suit de là que le réactif en question convient parfaitement à la recherche des corps dits protéiques, qu'il égale et même surpasse en sensibilité le réactif de Millon (nitrate de protoxyde de mercure). Il réagit sur le sang défibriné avec la même sensibilité, mais, en outre, d'une façon si caractéristique qu'on peut le recommander à bon droit comme un réactif particulièrement propre à déceler le sang.

En effet, si on le met en contact avec une dissolution de sang étendue et filtrée, il se forme un volumineux précipité rouge-brun ou chocolat qui, par l'ébullition, se caillebotte en petits grumeaux. Examiné au microscope peu après sa formation, il offre un assemblage de petites vésicules qui, en séchant, se rident de mille manières.

Desséché modérément, il se dissout sans peine, comme nous l'avons vu plus haut, dans l'ammoniaque ou toute autre liqueur fortement alcaline; cette solution est rouge, dichroïte, et la couleur en est plus intense que celle qu'on obtiendrait avec une quantité proportionnelle de sang pur dissoute dans l'ammoniaque. Les acides, versés dans la liqueur alcaline, font reparaître le précipité.

Desséché à la température de 100 degrés, il se présente sous la forme d'une masse pulvérulente, d'un brun sale, renfermant 49.7 pour 100 de matières organiques, et où l'analyse fait retrouver tous les principes du sang : 1° si on le fait fondre avec du sodium, il se produit du cyanure de sodium, ce qui démontre la présence de l'azote; 2° si, après incinération parfaite, on fait fondre les cendres (dont l'acide tungstique forme la plus grande partie) avec du carbonate de soude et un peu de salpêtre, et qu'on traite par l'eau le résidu de cette opération, le tungstate de soude passe dans la liqueur, tandis que l'oxyde de fer du sang, non dissous, se sépare.

On voit que ce nouveau réactif précipite en totalité la matière colorante du sang, et que, contrairement à ce qui semble avoir lieu pour d'autres réactifs, tels que celui de Millon, par exemple, il ne se sépare pas d'albumine de celle-ci (1).

L'acide molybdique, uni d'ailleurs à l'acide tungstique par une parenté si étroite, se comporte encore ici d'une façon analogue : il agit de la même manière que lui sur les albuminoïdes et le principe colorant, seulement la couleur du précipité correspondant et de la dissolution de ce dernier dans l'ammoniaque est plus vive. Je n'ai pas encore, il est vrai, terminé l'analyse de ces réactions au spectroscope. mais j'ai l'intention de communiquer plus tard le résultat de mes recherches à ce sujet.

Les faits énoncés montrent que ce procédé pourrait avoir son importance dans les recherches de chimie judiciaire. S'agit-il par exemple de constater, dans une affaire criminelle, la présence de taches de sang sur des vêtements, etc., on découpera la place suspecte, et après l'avoir traitée par l'eau, on précipitera la solution filtrée par notre réactif, puis l'on continuera comme ci-dessus.

Un des avantages de cette méthode, c'est qu'on peut obtenir le précipité dans une dissolution de sang très-étendue; si on le jette sur un filtre, et qu'après l'avoir bien lavé on le traite par un peu d'ammoniaque, la solution qu'on obtient ainsi est nettement colorée, alors même que la coloration primitive de l'extrait aqueux serait trop faible pour être accusée par le spectroscope : c'est pour ainsi dire un moyen de concentrer la couleur. Lorsqu'on acidule la liqueur par l'acide phosphorique, il faut avoir soin de bien laver le précipité avant de faire agir l'ammoniaque, car autrement il se précipiterait du phospho-tungstate d'ammoniaque, ce qui nuirait à la netteté de la réaction.

Dans certains cas on pourra d'abord dissoudre la tache dans l'ammoniaque, puis précipiter par le réactif ou bien encore faire digérer le tissu suspect dans le réactif, laver avec soin, et enfin dissoudre dans l'alcali volatil.

Pourvu que le précipité n'ait pas été desséché à une température supérieure à 105 degrés centigrades, il se dissout très-facilement dans l'ammoniaque; c'est ainsi qu'on peut le conserver à volonté, puis, à un moment donné, le dissoudre dans l'alcali pour reconnaître d'a-

(1) *Des cristaux du sang*, par Preyer, p. 107. Iena, 1871.

bord la présence du sang au phénomène si caractéristique de la coloration dichroïte, vert rouge; ensuite on précipitera par un acide, et le précipité fournira la matière des réactions d'essai complémentaires qui consistent essentiellement, d'une part, à prouver la présence de l'azote par la formation de cyanure au moyen du sodium; de l'autre, à constater, après incinération, la présence réelle du fer dans une liqueur où, primitivement, les réactifs qui décèlent ce métal d'ordinaire étaient impuissants à le découvrir.

Sur une nouvelle espèce de concrétions urinaires (lithurate de magnésie) rencontrée dans l'espèce bovine.

Par le docteur Giorgio Roster (de Florence).

Un vétérinaire de Pietra-Santa (Italie) avait observé, il y a quelques années, que les bœufs de son pays émettaient de temps en temps, avec les urines, des calculs présentant une apparence bien différente de celle des calculs ordinairement rencontrées chez les herbivores. Le docteur Linoli, auquel on avait montré ces concrétions, frappé de cette particularité, en apporta dernièrement à notre laboratoire de chimie pathologique de Florence, pour en faire faire l'analyse. Je regrette vivement de ne pouvoir donner dès aujourd'hui tous les renseignements historiques désirables sur ces produits morbides. Je les ai demandés et les attends de la complaisance de M. Linoli. On nous disait pourtant que la maladie avait été observée chez les bœufs qui travaillaient beaucoup et auxquels on donnait pour fourrages des jeunes tiges de maïs en fleur.

Les calculs qu'on nous avait apportés étaient différents de forme et de grandeur. Le plus gros, qui gesait $1^{gr}.02$, était long de $0^{m}.025$, avec un diamètre de $0^{m}.008$; le plus petit n'avait que $0^{m}.006$ de longueur sur $0^{m}.005$ diamètre et pesait $0^{gr}.15$. Ils étaient très-légers, cependant ils ne surnageaient pas sur l'eau. Leur couleur était jaune paille, tantôt clair, tantôt d'un gris plus ou moins foncé. Leur forme variait beaucoup; en général, ils étaient allongés avec des extrémités arrondies. Cassés, ils n'offraient dans leur structure interne aucune stratification; mais la matière, d'apparence cristalline bien marquée, était compacte et très-dense. Par la simple pression des doigts on ne pouvait les défoncer ni les rompre, mais il était, par contre, très-facile de les réduire en poudre dans un mortier.

L'observation microscopique, faite sur des fragments et sur la poudre, laissait apercevoir distinctement une masse de cristaux, dont quelques-uns intacts, en forme de prisme à quatre pans, transparents, plus ou moins minces, dont les extrémités se terminaient par deux facettes, comme dans l'acide hippurique. On voyait encore des cristaux isolés qui avaient de l'analogie avec des cristaux du phosphate ammoniaco-magnésien ou avec ceux de l'acide hippurique lorsque la cristallisation de ce dernier a eu lieu très-lentement. Presque tous les cristaux se montraient groupés et collés par leurs grandes faces.

L'apparence très-singulière qu'offraient ces calculs, leur légèreté, la structure cristalline bien marquée, faisaient prévoir tout de suite qu'on se trouvait en face d'un cas très-intéressant.

Quelques essais préalables sur la matière primitive confirmèrent non-seulement cette opinion, mais démontrèrent que les calculs étaient presque exclusivement composés d'une matière cristalline qui résultait de la combinaison d'un acide organique azoté avec la magnésie. Quelques traces de chaux et de mucus accompagnaient le sel de magnésie.

D'après cela, la manière la pus sûre pour arriver à la connaissance de la nature de l'acide uni à la magnésie était d'en faire l'analyse élémentaire, et, m'étant rendu à Zurich pour travailler dans le Laboratoire chimique de l'École polytechnique, je saisis cette occasion pour analyser ces calculs sous la direction de l'habile professeur Wislicenus, qui les jugea tout de suite très-curieux et uniques dans leur genre.

La première supposition qu'on pouvait faire sur la nature de la matière cristalline, c'était de la considérer comme de l'hippurate de magnésie, et l'analyse fut faite dans cette supposition.

Voici comment l'on opéra pour obtenir assez pure la matière destinée à l'analyse qui fut pratiquée sur le sel de magnésie.

On broya les calculs dans un mortier, et la poudre ainsi obtenue fut traitée d'abord par de l'eau froide, puis par de l'eau à 40° C., qui ne produisaient aucune solution apparente. Alors on chauffa le liquide et la matière commença à se dissoudre à une température très-voisine de l'ébullition. Le liquide, jeté sur un filtre, s'écoula très-limpide et ne laissa sur le papier que quelques grains de matière que l'on reconnut pour du carbonate de chaux. Le liquide filtré, abandonné au refroidissement, déposa bientôt beaucoup de matière d'apparence cristalline déjà à l'œil nu, et qui montra à l'observation microscopique de magnifiques cristaux transparents, quelques-uns en aiguilles, mais la plupart en prismes rhomboïdaux, droits, terminés parfois par deux facettes.

La matière cristalline, qui, après refroidissement, s'était déposée en notable quantité, fut jetée sur un filtre et lavée à plusieurs reprises avec de l'eau froide, après quoi on pouvait la considérer comme assez pure pour pouvoir servir à l'analyse. De nouvelles quantités de matière furent retirées des eaux mères par évaporations et cristallisations successives, et purifiées ensuite par de nouvelles dissolutions et recristallisations.

Les essais préliminaires suivants furent d'abord pratiqués sur cette matière.

Elle était insoluble dans l'alcool et dans l'éther; calcinée avec de la chaux sodée, elle dégagea de l'ammoniaque; exposée sur une lame de platine au feu direct, elle devint noire, fondit et brûla sans flamme avec une odeur caractéristique de sucre brûlé ou de caramel, en dégageant en même temps des vapeurs acides. Enfin, le résidu de la combustion était une cendre blanche, très-légère, insoluble dans l'eau, sans réaction alcaline, qui n'était autre chose que de la magnésie.

A cause de la petite quantité de matière à notre disposition, il nous était impossible de pratiquer d'autres essais qualitatifs. Ayant mis à part une petite portion de substauce pour la recherche de l'acide, on destina l'autre à des analyses élémentaires qui furent pratiquées sous la direction et avec l'aide de M. le professeur Wislicenus.

Voici les résultats :

			I.	II.	III.	IV.	V.	Moyenne.
C^{29}	348	49.15	48.90	49.19	49.40	.....	.....	49.13
H^{36}	36	5.06	.....	5.06	4.98	.....	.....	5.02
Az^{2}	28	3.95	.....	.....	.....	3.71	3.68	3.70
Mg	24	3.39	3.76	3.40	3.40	.....	.....	3.55
O^{17}	272	38.42	.....	.....	.....	.....	.....	38.60
	708	100.00						100.00

La formule $C^{30}H^{36}Az^{2}MgO^{17}$ contiendrait 50 pour 100 de C; dans la plupart des analyses, on est près de la formule $C^{30}H^{36}Az^{2}MgO^{18}$.

Cette formule réclame :

C^{30}	360	48.81
H^{36}	36	4.89
Az^{2}	28	3.81
Mg	24	3.26
O^{18}	288	39.13
	736	100.00

et, par conséquent, elle est tout aussi probable que la formule $C^{30}H^{36}Az^{2}MgO^{17}$.

Pour isoler l'acide du sel de magnésie, on fit dissoudre la matière cristallisée dans une suffisante quantité d'eau, et puis on acidifia avec de l'acide chlorhydrique. Au bout de vingt-quatre heures, on voyait séparé une matière cristalline, blanche, sous forme de petits mamelons. On la recueillit sur un filtre et, après l'avoir lavée avec de l'eau froide, on la fit cristalliser dans l'eau bouillante; elle fut enfin dissoute dans l'alcool bouillant et abandonnée à l'évaporation lente, qui fournit au bout de deux jours une suffisante quantité de cristaux sous forme de belles aiguilles minces et transparentes, réunies en faisceaux et en groupes divergents des deux côtés.

Le point de fusion de l'acide purifié donna dans trois expériences 205°.0, 205.°5, 204°5. Une

première expérience faite sur la matière non encore bien purifiée avait donné 200°0. L'acide se montrait assez soluble dans l'eau et l'alcool bouillants, plus difficilement soluble à froid, tout à fait insoluble dans l'éther.

Malheureusement, dans les essais que je viens de décrire, je n'avais à ma disposition qu'une petite quantité de matière. Aussitôt que j'en pourrai obtenir du docteur Linoli, je me propose de faire une étude plus approfondie du nouvel acide, qui peut être représenté par une des deux formules suivantes :

$$C^{29}H^{38}Az^{2}O^{17}$$

ou

$$C^{30}H^{38}Az^{2}O^{18}$$

et dans le dernier cas peut être

$$C^{15}H^{19}AzO^{9}$$

Le nouvel acide peut être appelé *acide lithurique*, et alors les concrétions urinaires analysées seraient composées de *lithurate de magnésie*.

Qu'il me soit permis de témoigner ici ma plus vive reconnaissance au vaillant professeur Wislicenus, qui a bien voulu m'aider de ses lumières dans ces recherches.

Zurich, août 1872.

Fabrication en grand du thallium.

Par Max Chaffner (à Aussig).

On s'est servi de la suie provenant des minerais de soufre qu'on brûlait dans la fabrique d'Aussig pour la fabrication de l'acide sulfurique. Ces minerais étaient tirés de la mine Sicilia, près de Meggen, en Westphalie.

Les gaz du four, au lieu de se rendre directement dans la chambre de plomb, comme cela a lieu le plus souvent, étaient forcés de traverser préalablement une grande chambre en maçonnerie, et c'est là que la suie se déposait.

Pour ne pas l'exposer à l'action des vapeurs nitreuses, l'acide nitrique nécessaire pour l'oxydation de l'acide sulfureux n'était introduit dans l'appareil qu'à partir de la chambre de plomb.

La suie qui se dépose dans ces circonstances est colorée en rouge par de l'oxyde de fer; elle contient aussi beaucoup d'acide arsénieux, un peu d'oxyde de zinc, de l'oxyde de plomb, des traces d'antimoine et d'argent, du sulfate de sous-oxyde de thallium, etc. Il se dépose, en outre, sur les parois de la chambre, des cristaux qu'on avait d'abord pris pour de l'acide arsénieux, mais qui, plus tard, furent reconnus comme identiques avec le corps découvert par M. Reich, de Fribourg, qui est une combinaison de l'acide arsénieux avec de l'acide sulfurique anhydre.

Pour retirer le thallium de cette matière, on fit usage des méthodes de MM. Wœhler et W. Crooks, en combinant ensemble ce que chacune d'elles avait de plus approprié au but qu'on se proposait. Le chimiste de la fabrique, le docteur Heussel, obtint de cette manière, peu de temps, environ 25 quintaux de suie. Elle fut portée dans une grande cuve en bois, additionnée d'eau et portée à l'ébullition au moyen d'un bain de vapeur.

Il est bon, en même temps qu'on verse l'eau dans la cuve, d'ajouter immédiatement un peu d'acide sulfurique, car, sans cette précaution, le thallium ne se dissout pas en totalité, et une partie du métal reste à l'état de sulfate basique insoluble. On laisse le liquide s'éclaircir par le repos; on le transvase ensuite avec un siphon et on le filtre sur du coton. On fait bouillir le résidu, comme pour la préparation précédente, on clarifie le liquide et on l'ajoute à celui déjà obtenu.

On précipite alors le thallium à l'état de chlorure par de l'acide chlorhydrique; le précipité, qui est encore très-impur et coloré en rouge, est lavé avec de l'eau froide et porté dans de l'acide sulfurique concentré et chaud, où il se change en sulfate; on continue à chauffer la liqueur pour chasser l'excès d'acide sulfurique. On dissout le sulfate dans l'eau, on filtre et on ajoute de nouveau de l'acide sulfurique, qui, cette fois, précipite un chlorure de thal-

lium assez pur ; s'il ne l'était pas encore suffisamment, c'est-à-dire s'il contenait encore beaucoup d'arsenic, l'opération devrait être répétée encore une fois.

Si l'on veut enlever les dernières traces d'arsenic, il faut recourir à l'emploi de l'acide sulfhydrique. On dirige un courant de cet acide dans la solution acide de sulfate de sous-oxyde de thallium ; l'arsenic se précipite en entraînant de petites quantités de métal et le précipité d'acide sulfhydrique se colore en rouge orangé. On sépare le liquide en filtrant, on y ajoute de l'acide chlorhydrique et on obtient du chlorure de thallium pur qu'on change en sulfate de la manière indiquée.

Ce sel est réduit en quelques heures par du zinc métallique. Pour effectuer cette réduction, on verse la solution du sulfate dans des vases en porcelaine ou en fer, et on y place des lames de zinc pur. La masse métallique qu'on obtient est lavée dans de l'eau bouillie, puis comprimée entre du papier-filtre et fondue sur une lampe à gaz, dans un creuset de fer ou de porcelaine dans lequel on introduit de l'hydrogène ou du gaz d'éclairage pour empêcher l'oxydation. Il va sans dire qu'il ne faut pas chauffer trop fort, car le thallium se volatiliserait.

Le thallium fondu ressemble à du mercure ; on le coule dans des moules cylindriques et on l'obtient en petits bâtonnets ; on peut faire le moule avec du papier enroulé plusieurs fois sur lui-même.

On obtient de beaux cristaux de thallium ayant un vif éclat métallique en employant le procédé suivant dû à Wœhler.

On prend un large cylindre en verre, tel qu'un verre à boire dont on a enlevé le fond, et on en ferme l'un des orifices avec une vessie qu'on lie autour du bord ; on place ce cylindre dans une solution de thallium et on le remplit, jusqu'au niveau de la solution qui l'entoure à l'extérieur, d'eau acidulée ; on place dans cette eau une lame de zinc à laquelle on attache un fil de platine que l'on plonge dans la solution et dont on ramène l'autre extrémité sous la vessie après l'avoir contournée en spirale.

Le thallium se conserve assez bien dans l'eau purgée d'air par l'ébullition. Au bout d'un certain temps, cependant, il se manifeste une légère réaction alcaline.

Recherche de la lithine dans les eaux minérales.

Par M. Frédéric Wurtz.

EAU DE VALS, SOURCE DE LA MAGDELEINE.

« Dans la méthode généralement suivie pour rechercher et doser la lithine dans les eaux minérales, il est très-difficile d'arriver à une séparation rigoureuse de la lithine avec la chaux. M. le professeur Jacquemin nous a fait observer dans le temps cette lacune dans l'analyse chimique. Nous avons eu récemment l'occasion de la constater à notre tour en faisant l'analye d'une eau minérale (eau de Vals, source de la Magdeleine).

Ces insuccès nous ont suggéré l'idée de donner à cette recherche toute l'exactitude possible. Nous évaporons environ 15 litres d'eau au dixième de leur volume, et nous filtrons pour enlever les matières terreuses (carbonate, sulfate de chaux, etc.) qui se sont déposées.

A la liqueur filtrée nous ajoutons un léger excès de carbonate de soude chimiquement pur, qui précipite le reste des matières terreuses.

Evaporant alors *à siccité* pour donner l'insolubilité complète au carbonate calcaire qui existe encore dans l'eau, nous reprenons par l'eau bouillante et nous filtrons bouillant dans une capsule placée au bain-marie. Le carbonate de lithine est soluble dans ces conditions.

Au liquide filtré et chaud nous ajoutons du phosphate de soude pur qui précipite la lithine à l'état de phosphate. Evaporant de nouveau *à siccité,* pour rendre complétement insoluble le phosphate de lithine, nous reprenons par l'eau froide et nous jetons sur un filtre taré pour connaître le poids du phosphate.

Jusqu'ici, la marche que nous avons suivie est à peu près la marche ordinaire, mais pour être certain qu'il n'y a pas de phosphate de chaux mélangé au phosphate de lithine, nous opérons de la manière suivante :

Nous redissolvons le phosphate de lithine dans l'acide sulfurique pur et dilué. La quantité d'acide à employer est calculée d'après le poids du phosphate.

Il se forme ainsi du sulfate et du phosphate acide de lithine mélangés à du sulfate et du phosphate acide de chaux, si le phosphate de lithine renferme du sel de chaux.

Cette dissolution, traitée par de l'acétate de plomb neutre, donne un précipité de sulfate et de phosphate de plomb, et retient en dissolution de l'acétate de lithine, de l'acétate de chaux, en supposant la lithine impure, et l'excès d'acétate de plomb que l'on précipite après avoir filtré la liqueur, par un courant d'hydrogène sulfuré.

Nous séparons le sulfure de plomb, et la liqueur filtrée est évaporée *à siccité*. Traitant alors le résidu d'acétate de lithine par de l'acide sulfurique pur et étendu, nous évaporons de nouveau *à siccité* au bain-marie. Le sulfate de lithine sec est alors repris par l'alcool bouillant, qui ne dissout pas le sulfate de chaux s'il y en avait encore dans le produit.

Nous évaporons *à siccité* la solution alcoolique de lithine, qui laisse un résidu de sulfate de lithine dont le poids, si le phosphate de lithine obtenu précédemment était pur, doit être proportionnel au poids du phosphate. »

ENFIN ! ! !

De ces dosages *à siccité*

J'en pourrais, par malheur, faire d'aussi méchants ;
Mais je me garderais de les montrer aux gens.

Sur les chlorures du soufre.

Par H. Hubner et A. Guerout.

En cherchant à nous procurer à l'état pur les chlorures du soufre, sur lesquels nous comptions faire quelques recherches, nous avons eu l'occasion de faire les observations suivantes :

Le chlorure S^2Cl^2 (nouvelles formules) est, comme on sait, facile à obtenir à l'état de pureté ; il suffit de saturer du soufre de chlore et de distiller le produit, on obtient bientôt un liquide bouillant à la température constante de 136°.5 à 137° (non corrigée), que l'on pourrait appeler le persulfure de chlore correspondant au peroxyde d'hydrogène.

Nous nous sommes assurés par l'analyse de la pureté de ce composé.

0gr.6530 de chlorure ont donné :

	2gr.2650 $BaSO^4$, c'est-à-dire	0gr.3110 soufre	=	47.63 pour 100.
et	1gr.3855 $AgCl$, et	0gr.3427 chlore	—	52.48	—

La formule S^2Cl^2 exige :

Soufre	47.41 pour 100.	
Chlore	52.60	—

On sait que ce chlorure absorbe le chlore pour former une combinaison sur la nature de laquelle les opinions sont partagées.

Dumas et Soubeiran (Gmelin, I, 767), en distillant ce chlorure dans un courant de chlore, ont obtenu un liquide bouillant de 60 à 70 degrés dont l'analyse s'accorde très-exactement avec la formule simple et vraisemblable SCl^2. Marchand et surtout Rose ont aussi obtenu des chiffres s'adaptant assez bien à cette formule.

On s'est cependant refusé à admettre cette formule. La supposition assez vraisemblable que le deuxième chlorure tient encore du chlore en solution, et le fait qu'il dégage du chlore quand on le distille, semblaient contredire les analyses que nous venons de citer. Aussi déclara-t-on que le chlorure en question n'était qu'un mélange de chlorures d'autre composition. Pour contrôler cette assertion, nous avons entrepris l'expérience suivante :

60 à 80 grammes du chlorure S^2Cl^2 pur furent placés dans un vase fortement refroidi au moyen d'un mélange réfrigérant et saturés de chlore parfaitement sec : on fit alors passer, trois à quatre heures durant, dans cette petite quantité de chlorure, un courant d'acide carbonique également sec, de manière à chasser l'excès de chlore. Le chlorure étant toujours maintenu au milieu du mélange frigorifique, on l'aspira alors dans de petits tubes tarés que l'on ferma rapidement à la lampe et pesa de nouveau. Pour l'analyse, on introduisit dans un

tube de verre, avec de l'acide nitrique concentré, le chlorure ainsi pesé, et, après avoir fermé le tube, on chauffa à 180 degrés. Le soufre fut ensuite déterminé par l'acétate de baryte et le chlore par le nitrate d'argent. Cette analyse donna les chiffres suivants :

Pour 0gr.86425 de chlorure, on obtient :

1gr.9184 Ba SO^4, soit 0gr.2734 S
et 2gr.4225 Ag Cl et 0gr.5993 Cl

En d'autres termes :

	Le calcul donne :		On a trouvé : Dumas.	Hubner et Guerout.
S =	32	31.07	31.9	30.5
Cl^2 —	71	68.93	68.1	69.3
	103	100.00	100.0	99.8

On voit que, dans les circonstances, ces chiffres s'accordent bien suffisamment avec la formule et les résultats de Dumas. Il faut donc admettre qu'il y a là un composé déterminé, car le hasard ne pourrait amener tant de concordance.

Nous pensons donc pouvoir formuler les conclusions suivantes :

Il y a deux chlorures de soufre : un chlorure non volatilisable de la composition Cl^2S, qui correspond à l'eau et se décompose à l'ébullition suivant l'égalité :

$$2\,Cl^2S = S^2Cl^2 + Cl^2.$$

Comme ce composé ne peut être réduit en vapeur, son poids atomique doit rester indéterminé; il n'y a d'ailleurs, jusqu'à présent, aucune raison pour que ce poids atomique soit plus élevé que 103.

Le second chlorure S^2Cl^2 se produit facilement par la décomposition du premier, comme nous venons de le voir; il bout sans décomposition à 136°.5 à 137°.

Nous remarquerons en terminant qu'il ne nous a pas été possible de ne pas obtenir la combinaison de ces chlorures avec l'iodure de méthyle ou d'éthyle ou avec le chlorure d'acétyle. Il y a toujours décomposition. (*Zeitschrift für Chemie, 1870.*)

Sur un mode de dosage du cuivre par le cyanure de potassium.

Par M. de Lafollye.

Chargé de nouveau, depuis 1865, par l'administration télégraphique, de travaux de pénétration d'arbres résineux, suivant le procédé conservateur de M. le docteur Boucherie, j'ai été conduit, à cette époque, à étudier le mode de répartition du cuivre dans le tissu du bois préparé. J'ai dû écarter les méthodes par pesées et préférer le procédé de M. Pelouze, fondé sur l'emploi du sulfure de sodium en liqueur titrée; mais j'ai rencontré dans son usage une difficulté venant de l'altération que ma solution de sulfure subissait dans les circonstances où j'ai dû l'employer. Elle brunissait très-facilement, et comme le procédé consiste à déterminer le point où l'ammoniure de cuivre est décoloré, on conçoit que la coloration du réactif masquait le moment précis où son action achevait de s'accomplir. Sans essayer de surmonter cette difficulté, j'ai cherché un autre moyen et j'ai été amené à une méthode exempte de cet inconvénient.

Lorsque, comme dans la plupart des cas où l'on mélange un sel métallique et un alcali puissant, on verse dans une solution de sulfate de cuivre une solution de cyanure de potassium, il se forme un précipité qui se redissout dans un excès de cyanure alcalin. Il est clair que, dans cette opération, il existe deux points où le cyanure employé est en proportion constante avec le cuivre précipité et redissous. Ma première pensée avait été de me servir du cyanure de potassium comme de liqueur titrée. Le point où le précipité est dissous est assez facile à saisir, mais comme il n'en est pas de même de la fin de la formation du précipité, surtout quand il est abondant, on ne peut pas compter sur un contrôle de la méthode par elle-même, et il m'a semblé nécessaire de modifier le procédé de manière à obtenir un résultat plus précis. Or, si sur le cyanure de cuivre en suspension on verse de l'ammoniaque

au lieu de cyanure alcalin, le précipité est redissous comme précédemment et la liqueur prend une couleur bleue, plus ou moins intense, tandis que si le précipité a été préalablement redissous par une quantité suffisante de cyanure alcalin, l'addition d'ammoniaque ne colore, en aucune façon, la solution alcaline du cyanure de cuivre.

Il résulte de cette expérience que le cyanure de potassium a pour le cyanure de cuivre une affinité qui paralyse l'action colorante de l'ammoniaque. De sorte que, si on la répète en sens contraire, c'est-à-dire en commençant par l'ammoniaque, la solution cuprique énergiquement colorée en bleu doit être complétement décolorée par le cyanure de potassium. C'est, en effet, ce qui a lieu, et le résultat est si net qu'à la fin de l'opération une goutte d'une solution très-étendue de cyanure fait passer lo liquide essayé d'une coloration encore sensible à une décoloration parfaite.

Une solution de cyanure blanc de potassium peut donc être employée comme liqueur titrée, pour doser très-exactement le cuivre en décolorant son ammoniure. En résumé, bien que je n'y sois pas parvenu directement, le procédé que je propose consiste à remplacer, par le cyanure de potassium, le sulfure de sodium dont se servait M. Pelouze. La présence d'un peu de fer ou de zinc dans le sel de cuivre essayé ne nuit pas à l'exactitude de l'opération.

Pour préparer la liqueur titrée, on dissout dans l'acide azotique une petite quantité de cuivre pur, 1 gramme, par exemple; c'est la seule pesée à faire; on colore la solution par un excès d'ammoniaque, on l'étend d'eau jusqu'à un volume de 100 ou de 1,000 centimètres cubes et on la recueille dans un flacon bouché à l'émeri. Dans un autre flacon, on fait une solution de cyanure de potassium. Ensuite, dans un tube gradué, on verse une quantité quelconque de solution cuivrique et on note la division marquée. On ajoute peu à peu la liqueur cyanurée et on cesse dès que la décoloration est complète. Si le nombre de divisions correspondant au cyanure ajouté est moindre que celui qui correspond au cuivre, on étend la liqueur cyanurée en conséquence. Si, au contraire, ce nombre est plus considérable, on concentre la liqueur, sauf à l'étendre ensuite. La liqueur est titrée de la manière la plus commode quand le nombre des divisions de l'éprouvette est le même pour le cyanure que pour le cuivre.

Si l'on a opéré sur une solution de 1 gramme de cuivre pour 100 centimètres cubes de liquide, on obtient une liqueur titrée au centième et que j'appelle par analogie *liqueur centime.* Si la solution cuivrique est à la dose de 1 pour 1,000, la liqueur titrée est une *liqueur millime.* C'est celle qui m'a servi dans les analyses que j'ai faites.

La grande avidité du cyanure de potassium pour l'eau ne permet pas d'évaluer, dans l'air ordinaire, le poids de sel nécessaire pour former la liqueur titrée qu'on désire; mais il est très-facile de l'obtenir comme je viens de l'indiquer, et elle se conserve parfaitement dans un flacon bien bouché.

Nouveau procédé d'extraction des métaux précieux contenus dans les pyrites cuivreuses.

Par M. Fréd. Claudet.

Les pyrites cuivreuses d'Espagne et de Portugal contiennent toutes une proportion d'argent et d'or, mais tellement minime, qu'on ne supposait pas qu'on pût les en extraire avec avantage; les analyses les plus minutieuses l'avaient fait évaluer de 0.0020 à 0.0028 pour 100, soit 20 à 28 grammes d'argent dans une tonne de pyrites qui ont été brûlées, c'est-à-dire qui ont donné leur soufre pour la fabrication de l'acide sulfurique; mais, si faible que soit cette proportion, comme la consommation de l'acide sulfurique a porté l'importation des pyrites à 4 et 500,000 tonnes par an et ne cesse de s'accroître, il ne m'a pas semblé impossible de retirer avec profit les milliers de kilogrammes de métaux précieux contenus dans ces pyrites.

Les pyrites cuivreuses brûlées étaient, dans le principe, vendues aux fondeurs de minerais de cuivre, qui les employaient comme flux pour la fonte des minerais quartzeux; mais alors tout le fer qui constitue la presque totalité de la pyrite se trouvait perdu. Depuis qu'on opère

l'extraction du cuivre par voie humide, et qu'on a appliqué ce traitement aux pyrites d'Espagne et de Portugal, le soufre, le cuivre et le fer de la pyrite se trouvent utilisés; je suis parvenu à trouver un procédé avantageux pour séparer aussi l'argent et l'or. Ce procédé est fondé sur ce fait que l'iodure d'argent est presque complétement insoluble dans une solution de chlorure de sodium, à la température ordinaire.

C'est dans l'usine que nous avons fondée, M. J. Phillips et moi, à Widnes, près de Liverpool, pour l'extraction du cuivre des résidus de pyrites, qu'a été faite l'application de mon procédé, dont je vais donner la description sommaire.

Le minerai ayant été broyé, tamisé, puis grillé dans un four à réverbère à basse température, avec addition de chlorure de sodium, est placé dans une grande cuve à double fond, formant filtre, où il subit plusieurs lavages à l'eau aiguisée d'acide chlorhydrique : ces eaux de lavage contiennent le sulfate de soude et le chlorure de cuivre qui s'est formé dans l'opération du grillage; elles contiennent aussi le chlorure d'argent qui a dû se former. Quand il ne s'agit que d'extraire le cuivre, on coule ces eaux de lavage dans d'autres cuves, dans lesquelles on a mis préalablement des fragments de fer; il se forme ainsi du chlorure de fer, et le cuivre se précipite à l'état métallique, entraînant avec lui la faible quantité d'argent du minerai qui se trouvait dissous dans les eaux. Le précipité de cuivre est ensuite fondu et raffiné, pour l'amener à l'état de *cuivre marchand*.

Pour la mise en œuvre de mon procédé de séparation des métaux précieux, je prends les eaux des trois premiers lavages, que j'ai reconnues contenir 95 pour 100 de tout l'argent dissous; on les coule dans une citerne en bois, où on les laisse reposer pour en séparer les substances solides entraînées; on fait passer les eaux éclaircies dans une autre cuve, après les avoir titrées; puis on y verse la quantité d'iodure de potassium reconnue nécessaire par l'essai, dissoute dans une quantité d'eau égale au dixième environ de la quantité de liqueur cuivreuse; on agite tout le liquide, puis on laisse reposer pendant quarante-huit heures; la liqueur surnageante est alors claire; on la soutire, on remplit de nouveau la cuve pour répéter l'opération, et ainsi de suite (1). Chaque quinzaine, on recueille tout le dépôt qui s'est accumulé; il est principalement composé de sulfate de plomb, d'iodure d'argent et de sels de cuivre; ces derniers sont facilement séparés par un lavage à l'acide chlorhydrique faible. Le dépôt, ainsi débarrassé des sels de cuivre, est décomposé par du zinc métallique, qui, en présence de l'eau, réduit complétement et rapidement l'argent, en s'unissant à l'iode et formant de l'iodure de zinc soluble. Il s'est ainsi produit : 1° de l'iodure de zinc soluble qui, séparé par filtration, est titré et employé en substitution d'iodure de potassium dans les opérations subséquentes; 2° un dépôt riche en argent, composé en grande partie de plomb à l'état métallique et à l'état de sulfate, et contenant en outre diverses substances dont l'analyse suivante d'un échantillon desséché peut être donnée comme exemple :

Argent	5.95
Or	0.06
Plomb	62.28
Cuivre	0.60
Oxyde de zinc	15.46
Oxyde de fer	1.50
Chaux	1.10
Acide sulfurique	7.68
Résidu insoluble	1.75
Oxygène et perte	3.62
	100.00

L'or existait donc aussi dans le minerai ; il paraîtrait que, dans l'opération du grillage, il se forme du chlorure d'or, qui, rendu plus stable par la présence du chlorure de sodium, n'est

(1) Ces liqueurs que l'on soutire contiennent encore une faible quantité d'argent dissous, environ 5 grammes par mètre cube; car, comme nous l'avons dit, l'iodure d'argent n'est pas absolument insoluble dans ces eaux. Il est à peine nécessaire d'ajouter qu'elles rentrent ensuite dans le travail ordinaire de l'extraction du cuivre.

pas réduit à la basse température de ce grillage ; il entre ensuite en dissolution avec l'argent, et, comme lui, se trouve précipité par l'iode.

Il est maintenant facile de séparer de ce produit les métaux précieux, par les procédés ordinaires employés par les fondeurs qui traitent les matières d'or et d'argent.

L'application de ce procédé, dans notre usine de Widnes, a porté, pour l'année 1871, sur 16,300 tonnes de minerai brûlé, dont on a extrait :

Argent.....	335^{k}.242	représentant un peu plus de 20 grammes de métaux précieux par tonne.
Or........	3^{k}.172	

et a produit 80,800 francs, déduction faite des frais d'affinage.

La dépense spéciale à la séparation des métaux précieux s'est élevée à 10,400 francs, et a été ainsi couverte par la valeur seule de l'or. Dans cette dépense sont compris 137 kilogrammes d'iode, représentant la perte de cette substance.

Cette dépense d'iode, déjà assez élevée, est devenue plus considérable par l'augmentation anormale du prix de ce produit, et a appelé mon attention sur l'emploi direct que l'on pourrait faire des lessives des cendres de varech, au lieu d'iodure de potassium. Les expériences récentes que nous avons faites ont répondu à mon attente ; non-seulement nous sommes parvenus à utiliser par ce moyen tout l'iode qui est contenu dans ces varechs, et dont une grande partie, comme on le sait, est perdue aujourd'hui ; mais ces essais m'ont suggéré l'idée d'une opération inverse, dont je m'occupe pour fabriquer l'iode, et qui consiste à précipiter ce métalloïde des lessives de varech, au moyen d'un sel d'argent.

Cette extraction, de 20 grammes de métaux précieux par tonne de pyrites brûlées, n'est pas considérable ; mais, quand elle sera appliquée, en Angleterre seulement, à 375,000 tonnes de minerai, elle pourra produire annuellement 7,200 kilogrammes de métaux précieux, d'une valeur de 1,700,000 francs, ce qui n'est pas à dédaigner.

Nous ferons remarquer, à ce sujet, que de grandes quantités de métaux précieux ont été perdues et se perdent encore journellement : nous ne doutons pas que bien des résidus, qui ont été négligés comme trop pauvres, sur divers points du globe, ne soient un jour soumis à un nouveau traitement pour en séparer l'or et l'argent qu'ils recèlent.

Préparation de l'alcool au moyen de la sciure de bois.

Par M. Zetterlund.

L'auteur a fait quelques essais sur la préparation de l'alcool au moyen de la sciure de bois. Les expériences furent faites dans une chaudière ordinaire chauffée par de la vapeur, dont la pression était de 0.116 kilogrammes par centimètre carré. On y introduisit

9 centners de sciure de bois de pin et de sapin (très-humide).
0 centners 7 d'acide chlorhydrique de densité 1.18.
30 centners d'eau.

Après huit heures et demie d'ébullition, la masse contenait 3.33 pour 100 de sucre de raisin ; au bout de onze heures, 4.38 pour 100. On ne put obtenir ainsi plus de sucre de raisin : on en avait donc produit 1 centner 77, c'est-à-dire 19.67 pour 100 du poids de la sciure. On neutralisa ensuite l'acide par la craie, de telle sorte que le moût refroidi contint encore, d'après le pèse-acide de Ludersdorf, 1/2 degré d'acide. Le moût ayant atteint la température de 30 degrés, on y ajouta de la levûre ; au bout de quatre-vingt-seize heures, la fermentation était terminée, et on obtint par la distillation 26 litres 5 d'alcool à 50 pour 100 à 15° C., exempt de toute odeur de térébenthine et du goût le plus pur.

Il est plus que probable que la préparation de l'alcool au moyen de la sciure de bois réussisse sur une grande échelle quand des essais répétés auront fait connaître le degré de dilution que doit avoir l'acide employé et combien de temps on doit faire bouillir, car ces deux conditions ont une grande influence sur la producton du sucre.

Si on réussissait à convertir en sucre la totalité de la cellulose de la sciure de bois, 50 kilogrammes de sciure de bois produiraient 12 litres d'alcool à 50 pour 100.

TRAITEMENT DE LA CONSTIPATION

Par les docteurs anglais.

Les notes suivantes sur le traitement de la constipation habituelle ne manquent pas d'intérêt : elles présentent fidèlement la plupart des traitements mis en usage par les médecins des hôpitaux de Londres pour guérir cette affection. Au lieu d'irriter cette maladie, on la prend par la douceur, suivant l'heureuse expression du docteur Habersohn. La révolution qui s'est opérée ces dernières années dans le traitement de la constipation habituelle est à peine moins marquée que ne l'est, dans le traitement de l'inflammation, le passage de la saignée à une autre médication.

Guy's hospital. — Dans la constipation habituelle, le docteur Habersohn pense que c'est une bonne chose d'éviter les purgatifs si on le peut. Il ordonne des mesures hygiéniques qui ont probablement pour effet d'augmenter l'action du côlon, telles que l'exercice du cheval, la promenade, etc. Il met le malade à un régime susceptible d'exciter la muqueuse, comme les fruits, les légumes, le pain bis, etc. Si ces mesures ne suffisent pas, il faut prendre de l'eau froide le matin, ou bien de l'eau de Fredeickshall ou de Pullna. Dans le cas, cependant, où les purgatifs seraient absolument nécessaires, on doit employer d'abord les plus doux, comme de la rhubarbe pilée avec ou sans carbonate de soude, pour pouvoir plus tard recourir à une médicamentation plus active. On donne aussi, soit pendant le repas, soit tout de suite après, de l'extrait aqueux d'aloès, auquel on peut ajouter de l'extrait de noix vomique, ou une petite dose de strychnine. Dans le cas enfin où on est obligé d'en venir aux grands moyens, on donne du jalap, de la coloquinte ou de la scammonée. Il y a une grande différence entre la constipation des jeunes gens et celle des personnes plus âgées, mais dans les deux cas elle provient surtout de l'accumulation des matières fécales dans le rectum ou l'*S* iliaque ; dans ce cas, les stimulants aromatiques, comme le poivre et le gaïac, peuvent rendre de grands services et les lavements deviennent nécessaires. Dans la constipation habituelle, on s'était cru pendant bien longtemps obligé de médicamenter le malade, et il est étonnant de voir quels résultats on obtient par des mesures simples, comme l'expectation et un exercice approprié, en rejetant les moyens violents.

London hospital. — Le docteur Ramskill dit que la constipation habituelle peut être vaincue par l'étude des conditions dans lesquelles se trouvent les intestins et la santé générale des malades chez lesquels on la rencontre. Chez les personnes maigres et anémiques, il donne deux fois par jour, avant le repas, un mélange de fer, d'aloès et de noix vomique, et il obtient un bon résultat ; car, dans ce cas-là, la constipation vient d'un peu d'atonie de la tunique musculaire de l'intestin, et ce mélange en excite les contractions. Chez les personnes d'un tempérament fort et pléthorique, l'extrait aqueux d'aloès, avec du savon médicinal et de l'antimoine, donne également de bons résultats, ce médicament ayant pour effet d'augmenter la sécrétion muqueuse. Chez les personnes pâles et grasses, dont les chairs manquent de fermeté et dont le ventre est mal soutenu, la belladone avec de la quinine et de la rhubarbe remplit toutes les indications. Naturellement nous parlons des cas où il n'y a pas de complication. Dans aucun cas les doses d'aloès ou de rhubarbe ne doivent amener une évacuation fluide ou mener le malade plus d'une fois. Une seule évacuation un peu abondante, voilà le résultat à obtenir. Souvenons-nous que chez les personnes âgées et sobres une évacuation tous les deux ou trois jours ne s'appelle pas de la constipation. Quand on a institué un traitement, il faut attendre au moins quinze jours avant de croire à un bon ou mauvais résultat. On doit aider au traitement en ajoutant au repas une certaine quantité de légumes frais ; enfin, dans tous les cas de constipation, l'excitation de l'intestin, surtout pendant leur action, est peut-être le meilleur traitement.

King's college hospital. — Le traitement de la constipation habituelle, pour le docteur Kelly, est surtout une affaire d'hygiène. Bien des malades ont eu l'habitude de prendre des

pilules ou des boissons purgatives, et, après avoir été soulagés quelque temps, ils reviennent se plaindre. Si le médecin rencontre la constipation chez des gens qui mènent une vie sédentaire, il leur recommande les exercices violents et leur défend les mets indigestes et l'usage de se laver avec de l'eau froide. Le pain bis, les fruits cuits et les figues doivent former la base du régime, et souvent sont efficaces. Une dose de sulfate de magnésie (un ou deux drachmes, soit 4 à 8 grammes) dans de l'eau froide peut y être jointe avec beaucoup d'efficacité. On la donne principalement le matin, une ou deux fois par semaine. Dans les cas où les femmes souffrent de la constipation après un accouchement, la même diète peut être ordonnée en y ajoutant une dose de séné ou de soufre. Quant à l'huile de ricin, l'aloès et la rhubarbe, ils n'agissent que pour peu de temps et la constipation est plus grande après qu'avant. Avec les enfants, un régime approprié est ce qu'il y a de mieux, ordinairement il suffit à la guérison. Quand une purgation est nécessaire, le docteur Kelly emploie une poudre faite de parties égales de rhubarbe pulvérisée et de carbonate de soude.

S. Bartholomew's hospital. — Le docteur Duckworth traite la constipation aussi loin que possible par le régime; il n'emploie que la médication la plus simple. A cette nombreuse classe de gens qui viennent vous demander des pilules légèrement purgatives, il ordonne le pain bis, les soupes de gruau, le lard gras, les fruits cuits ou les prunes; il leur recommande de s'abstenir de boire du thé trop infusé, mauvaise habitude qui est fort commune. Dans certain cas la constipation tient à un régime insuffisant; alors il ordonne une nourriture abondante comme seul traitement. On attachera de l'importance à un exercice régulier et à une défécation régulière; il ne faut pas s'étonner si chez les sujets d'un certain âge, surtout chez les femmes, la défécation n'arrive pas tous les jours. Les purgatifs ordinaires comme le séné, le jalap, la coloquinte, le calomel, sont très-rarement employés dans la constipation habituelle; on les remplace par une dose de 20 à 60 grains (1 à 4 grammes de fleurs de soufre). La meilleure manière de prendre ce soufre est de l'agiter dans une tasse de lait chaud, suivant la pratique du docteur Nevins, de Liverpool. Dans certains cas, un verre d'eau froide en se couchant ou en se levant suffit pour faire disparaître la constipation. Si l'affection s'accompagne de dyspepsie atonique ou d'un peu de ballonnement, il y a lieu de donner de petites doses de quinine ou de noix vomique en même temps que des pilules d'aloès; ainsi l'on donnera 1 grain (0gr.05) de sulfate de quinine avec 3 ou 4 grains (0gr.15) ou 20 de rhubarbe ou bien 1/4 de grain (0gr.01) d'extrait de noix vomique avec 4 ou 5 grains d'aloès; on répétera cette dose une ou deux fois par jour, avant les repas, et on obtiendra les meilleurs effets. Dans d'autres cas, spécialement quand il y a des coliques avec tendance à la distension du côlon, quand il y a des conditions incompatibles avec une défécation commode, ou bien s'il y a des hémorrhoïdes, on emploie l'extrait de belladonne, qu'on donne deux fois par jour, sous forme de pilules, à des doses qui varient de 1/4 de grain (0gr.01) à 1 grain (0gr.05). Les effets de ce médicament sont très-satisfaisants, et le docteur Duckworth croit que l'emploi de la belladone toute seule, dans beaucoup de cas de constipation, est digne de figurer parmi les meilleurs résultats de la thérapeutique moderne.

Charing Cross hospital. — Pour traiter la constipation habituelle, le docteur Hyde Salter en recherche la cause : c'est une tendance constitutionnelle, ou de la faiblesse de la tunique musculaire de l'intestin, ou des habitudes sédentaires, ou de la négligence et de l'irrégularité.

Pour tous ces cas, il prescrit un exercice actif et il recommande qu'on aille tous les jours à la garde-robe, qu'on en sente ou non le besoin ; il ordonne naturellement aussi les fruits, les légumes, le pain bis, etc. Le docteur Salter a reconnu qu'une pipe de tabac, immédiatement après le repas, détermine l'action des intestins et dompte complétement une constipation, même très-obstinée. Dans les cas où la constipation vient de l'atonie de la tunique musculaire de l'intestin, la strychnine est indiquée, et elle est généralement donnée sous forme de noix vomique.

Chez les personnes pâles et faibles, il n'oublie pas l'action des excitants, auxquels il ajoute du fer. Le fer agit en donnant de la couleur et de la force à l'individu, et les intestins se contractent par des substances qui auparavant ne pouvaient provoquer leur action.

MIDDLESEX HOSPITAL. — Voici un abrégé rapide de la méthode que suit le docteur Robert Liveing pour combattre la constipation. Le repas doit être pris à des heures régulières avec une bonne quantité de légumes verts et de pain bis ; on doit prendre l'habitude d'aller à la selle à des heures régulières. Il y a trois causes de constipation, qui chacune exige un traitement différent :

1° La constipation des vieillards ; le meilleur moyen de la combattre est de donner de l'aloès en pillules de 1 à 6 grains ; ces pilules peuvent être continuées pendant plusieurs jours sans perdre leur effet ;

2° La constipation qu'on rencontre en général chez les jeunes femmes anémiques et hystériques ; on la traite bien en mélangeant les purgatifs avec les toniques ; une pilule composée d'un grain de noix vomique et d'un grain d'extrait d'aloès dans de l'assa-fœtida, prise deux fois par jour, est vraiment efficace ; on donne tous les jours du carbonate de fer et des bains d'eau froide. L'électrisation de l'abdomen a quelquefois donné d'excellents effets ;

3° La constipation chez les gens qui ont un travail de bureau ou qui mènent une vie sédentaire paraît venir d'un manque d'influx nerveux ou de tonicité dans les intestins. Ces cas se trouvent bien du grand air, de l'exercice, et de quelques petites doses de sirop de strychnine.

Les cas accidentels doivent se traiter par le sulfate de magnésie, qu'on donne à doses très-petites, mais répétées d'heure en heure jusqu'à ce qu'on ait une évacuation. Si elle manque, l'injection d'une grande quantité d'eau savonneuse, aussi loin que possible, dans le gros intestin, est un excellent remède. Dans la constipation résultant de l'intoxication saturnine, on donne une forte dose d'opium et d'huile de ricin.

Et dans tous les cas où la constipation s'accompagne d'une dolueur localisée et qui s'exaspère par la pression, l'opium et la position horizontale sont indiqués, ainsi que des applications émollientes sur le siége de la douleur.

Au confrère des *Mondes*.

Dans un article sur le bouillon et l'extrait de viande, publié sans signature dans *les Mondes* du 5 septembre dernier, mais dont il est facile de reconnaître l'auteur à ses expressions burlesques et ronflantes qui vous étonnent comme un pétard non attendu, l'abbé Moigno, à propos d'une thèse de M. Muller que nous avons cru pouvoir insérer dans le *Moniteur scientifique*, à la demande de l'auteur, puisque cette thèse avait été bien accueillie de la Faculté de médecine, formule cette accusation ridicule et qui n'a pas de sens :

« Personne ne voudra croire que nous citions textuellement, tant c'est non pas seulement absurde, mais horrible, mais abominable ; et cependant voilà ce dont notre confrère M. Quesneville n'a pas hésité de se faire l'écho pour jouer un mauvais tour à M. Liebig, comme il se sert de M. Liebig pour jouer un mauvais tour à M. Pasteur. »

Si quelqu'un professe un véritable culte pour les travaux de M. Liebig, tous marqués au coin du génie le plus transcendant, nous pouvons dire que c'est nous, et, suivant l'abbé Moigno, nous nous sommes servi de M. Muller pour jouer un mauvais tour à M. Liebig.

Nous avons publié dans le *Moniteur scientifique* les dérniers travaux de M. Liebig sur la force musculaire, nous les complétons aujourd'hui en publiant *in extenso* le grand mémoire de Voit sur lequel M. Liebig s'appuie souvent.

Sans le *Moniteur scientifique*, ces travaux seraient inconnus en France, et cette publication que nous faisons doit aider beaucoup mieux à combattre les conclusions de M. Muller, que l'article ridicule et maladroit que vient de faire paraître l'abbé Moigno et dont le principal défaut serait de faire croire, *ce qui n'est pas*, qu'il a été commandé par la Société de l'*extractum carnis*, représentée, à Paris, par M. Joffroy, tant il est exagéré et chargé de *boniment*.

L'abbé Moigno nous dit encore que nous nous servons de M. Liebig pour jouer un mauvais tour à M. Pasteur.

En quoi, bon Dieu ? Est-ce pour avoir traduit le mémoire de M. Liebig sur la fermentation ; mais les *Annales de chimie et de physique* l'ont fait traduire en même temps que nous, et les deux traductions ont paru à peu près en même temps, à un mois d'intervalle.

Nous avons d'ailleurs donné *in extenso* le pour et le contre dans cette grosse question des ferments, et la critique faite par M. Ch. Blondeau s'adresse encore plus à M. Liebig qu'à M. Pasteur. Or, cette critique appartient en propre à la rédaction du *Moniteur scientifique.*

Que veut donc *insinuer le frère quêteur*, et en nous représentant comme un être malfaisant et un esprit machiavélique; veut-il simplement faire tort au *Moniteur scientifique*, qui rit de S ES Actualités Scientifiques et de SES Salles du Progrès? (1)......... Cela pourrait bien être; mais cela n'aura aucune influence sur le succès de notre journal, très en vogue et très-recherché.

Dr Q.

PUBLICATIONS NOUVELLES.

La houille et l'exploitation des houillères en Angleterre; par Warington W. Smyth, membre de la Société royale de Londres, inspecteur général des mines de la couronne et du duché de Cornouailles. Ouvrage traduit de l'anglais et augmenté de nombreuses notes et d'un appendice; par Gustave Maurice, ingénieur civil des mines, inspecteur du travail des enfants dans les manufactures, secrétaire de la rédaction du *Bulletin de la Société d'encouragement pour l'industrie national.* — 1 vol. in-8° de 464 pages, accompagné d'une carte, de 4 planches gravées et de 65 figures intercalées dans le texte. Prix : 15 francs. — Chez Dunod éditeur, quai des Grands-Augustins, 49.

—

De la curation des maladies de la peau, spécialement des maladies comprises sous le nom de Dartres à l'aide d'une nouvelle médication phéniquée; par le docteur Déclat. (Extrait de l'ouvrage sur les *Nouvelles applications médicales de l'acide phénique.*) — 1 vol. in-18 de 130 pages, texte fin et serré. Prix : 2 fr. — Chez Lemerre, libraire-éditeur, passage Choiseul; et chez Delahaye, place de l'École de médecine.

—

Précis de chimie légale. — Guide pour la recherche des poisons, l'examen des armes à feu, l'analyse des cendres, l'altération des écritures, des monnaies, des alliages, des denrées, et la détermination des taches dans les expertises chimico-légales. A l'usage des médecins, pharmaciens, chimistes, experts, avocats, etc.; par A. Naquet, professeur agrégé de la Faculté de médecine de Paris, avec 18 figures dans le texte. — 1 vol. in-18 de 192 pages. Prix : 3 francs. — chez Savy, libraire, rue Hautefeuille n° 24.

—

L'homme devant ses œuvres; par Jean l'Hermite.

Nos lecteurs connaissent ce nom, c'est celui d'un érudit, d'un savant et d'un philosophe. Son livre, fruit de longues méditations, mérite toute l'attention de nos lecteurs. Voilà le relevé de ce qu'il contient :

Livre premier. — Vouloir et faire : Unité de l'espèce humaine, caractéristique de l'homme et de l'animal. Action des petites quantités et des petits faits. — L'homme entre deux infinis. — Unité de plan. — La volonté : Un programme. — Progression ascendante. La volonté en possession d'elle-même. — Les actes : Progrès à périodes déterminables (ordre physique). — Progrès à périodes indéterminables (ordre moral).

Livre deuxième. — Pouvoir et devoir : Culture morale et intellectuelle. — L'éducation. — L'instruction. — Un sujet d'émulation. — La mise en demeure.

Livre troisième. — Conclusion.

1 vol. in-18 de 380 pages. Prix : 3 fr. 50. — Chez Didier et Comp., librairie académique, 35, quai des Grands-Augustins. Paris.

(1) « Prix des places : Centre, 2 fr.; Amphithéâtre, 1 fr.; Tribunes, 50 cent. — Abonnements d'un an : Premières, 300 fr.; Deuxièmes, 150 fr.; Troisièmes, 100 fr. » — Le prospectus ne dit pas s'il y aura des consommations et si elles seront payées à part.

25292 Paris. — Typographie de RENOU et MAULDE, rue de Rivoli, 144.

LIBERTÉ. — ÉGALITÉ. — FRATERNITÉ.

LE MONITEUR SCIENTIFIQUE-QUESNEVILLE.

JOURNAL DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES.

Avec un Bulletin médical et de pharmacie.

LA SANTÉ ET L'HYGIÈNE.

JOURNAL MENSUEL.

ABONNEMENTS : **20** fr. par an FRANCO pour la France, **25** fr. pour l'étranger et **30** fr. pour pays d'outre-mer. — Chaque livraison : **2** francs.

On s'abonne chez M. le docteur QUESNEVILLE, rue de Buci, 12, à Paris.

371e Livraison. NOVEMBRE. Année 1872.

Avis.

Nos Abonnés de l'Étranger sont priés de faire renouveler de suite leur abonnement pour 1873, le numéro de janvier prochain devant paraître dans les premiers jours de ce mois. Dr Q.

SOMMAIRE.

Pages

De la respiration pulmonaire et de la chaleur animale; par M. Charles Blondeau (Deuxième mémoire)........................ 867

Sur les fâcheux effets de l'emploi de l'arsenic dans la fabrication de certaines couleurs vertes; par M. Frank W. Draper........... 881

Étude sur la moutarde, au point de vue thérapeutique, des meilleurs procédés de préparation du sinapisme, et des cas où son application est utile; par le docteur H. Astier........................ 899

Académie des sciences........................ 908

SÉANCE DU 23 SEPTEMBRE. — Présence à la séance de plusieurs membres de la Commission internationale du système métrique. — M. Struve et M. Le Verrier. — Sur la polarisation et la fluorescence de l'atmosphère; par M. Lallemand. — Nouvelle préparation de l'acide chromique; par M. Duvillier. — Sur les différents mouvements vibratoires produits par les composés explosifs; par MM. Champion et Pellet. — Réclamation en faveur de M. Gabriel Pelletan; par M. Bouvier. — M. A. Guillemin rappelle que Cassini II a parlé, avant M. Hirn, des conditions d'équilibre des anneaux de Saturne........................ 911

SÉANCE DU 30 SEPTEMBRE. — Sur la stabilité des couleurs fixées sur les étoffes en général et sur la soie en particulier; par M. Chevreul. — Recherches sur les propriétés antifermentescibles et l'action physiologique du silicate de soude; par MM. Rabuteau et Papillon. — Du parasitisme végétal dans les altérations du pain; par MM. Rochard et Legros........................ 914

SÉANCE DU 7 OCTOBRE. — M. Chevreul présente les travaux de M. P. Havrez et annonce sa réponse à un Monsieur Gruyer. — Sur l'efficacité des paratonnerres; par M. W. Fonvielle. — La nouvelle piste et les enfonceurs de portes ouvertes. — Sur la détermination des proportions des substances végétales dans les eaux potables ou insalubres; par M. E. Monier. — Nouvelles expériences pour démontrer que le germe

Pages
de la levûre qui fait le vin provient de l'extérieur des grains de raisin ; par M. Pasteur. — Sur la génération des ferments; par M. Fremy, en réponse à cette nouvelle communication. — M. Dumas invite M. Pasteur à lire son nouveau sonnet sur la fermentation. — M. Pasteur lit un mémoire sur des faits nouveaux pour servir à la connaissance de la théorie des fermentations. — Réponse de M. Fremy. — M. Trecul intervient et cite des faits observés par lui 914

SÉANCE DU 14 OCTOBRE. — M. Tresca fait connaître les résolutions arrêtées par la commission du mètre. — Sur l'action du poussier de charbon tassé autour des électrodes négatives dans les piles à charbon ; par M. du Moncel. — Sur les substances antifermentescibles ; par M. Petit. — Traité de la rage chez le chien ; par M. Flemming, présenté par M. Bouley 923

Réflexions sur la dernière communication de M. Pasteur 926

Lettre de M. Ch. Blondeau, page 926. — Article du docteur Ranse, de la *Gazette médicale*, p. 928.

Revue des inventions nouvelles; par M. A. Jouglet 929

Procédé pour obtenir la reproduction de dessins; par M. Renault. — Fabrication du gaz ; par M. Hills. — L'intégromètre ; par M. Deprez. — Compression du gaz et de l'air; par M. Colladon. — Borne-fontaine incongelable; par MM. Broquin et Lainé. — Appareil de sûreté pour machines à vapeur ; par M. Birchall. — Poudre de mines, ou *balistite ;* par M. Sala. — Nouvelle préparation de la dynamite; par M. de Rutenberg. 929

Photographie 943

Note sur la nature des piqûres blanches qui se développent sur certaines épreuves photographiques ; par M. Ernest Baudrimont. — Papier conducteur; par M. C. Widemann 943

Publications nouvelles 944

PUBLICATIONS NOUVELLES.

Leçons de chimie élémentaire, appliquées aux arts industriels; par M. J. GIRARDIN, recteur de l'Académie de Clermont, membre correspondant de l'Institut, etc. — Cinquième édition, entièrement refondue, avec figures dans le texte. — Le tome II de la *Chimie minérale*, renfermant les métaux, volume in-8°, de 686 pages, vient de paraître. Prix : 11 fr. Il se vend séparément. — Chez G. MASSON, éditeur, libraire de l'Académie de médecine, place de l'École de médecine, 17, à Paris.

Les Lois de la vie et l'Art de prolonger ses jours; par M. J. RAMBOSSON, lauréat de l'Institut (Académie des sciences). In-8° grand-raisin, de 480 pages ; 2e édition revue et augmentée; publié par MM. FIRMIN DIDOT frères. Prix : 6 francs.

Ce beau volume, que vient de couronner l'*Académie française*, traite les questions les plus utiles et en même temps les plus intéressantes : Essence de la vie, ses principales lois ; — Durée de la vie de l'homme, moyens de prolonger ses jours ; — Lois aussi curieuses qu'importantes régissant l'alimentation ; — Influence des lieux, du sol et de ses produits, ainsi que des causes météorologiques sur l'homme ; — de l'Hérédité chez les plantes, chez les animaux et chez l'homme ; alliances consanguines ; — Influence du physique sur le moral ; — Premiers Débuts de la vie ; — Mortalité des nouveaux-nés ; — de la Vieillesse et de la Mort au point de vue scientifique et philosophique ; — des Inhumations précipitées et des moyens de les prévenir, etc. — Cet ouvrage forme donc une monographie exacte ; elle commence par l'étude de l'essence de la vie et suit ses manifestations dans l'homme jusqu'à la vieillesse et à la mort. L'auteur complète ses investigations et ses nombreuses expériences personnelles par les progrès les plus avancés de la science, par les découvertes les plus récentes. Ce beau volume trouve sa place non-seulement dans la bibliothèque des savants, des philosophes qui veulent éclairer les sciences morales par les sciences physiques, mais aussi dans celle des simples amateurs, des gens du monde qui désirent se mettre au courant du mouvement des idées et qui aiment les livres utiles.

DE LA RESPIRATION PULMONAIRE ET DE LA CHALEUR ANIMALE.

Par Ch. Blondeau.

DEUXIÈME MÉMOIRE (1).

La chaleur animale est liée si intimement à la vie que l'on ne doit point être étonné de voir les physiologistes de toutes les époques mettre en œuvre toutes les ressources que leur offrait la physique et la chimie pour parvenir à découvrir d'où elle tirait son origine. Peut-on dire qu'à la suite de tous ces travaux, de tous ces efforts, la question soit résolue. Nous ne le croyons pas, et c'est ce qui nous a déterminé à venir ajouter nos faibles recherches à la somme déjà si imposante de travaux entrepris sur ce sujet.

Jusqu'ici on avait admis que les réactions qui s'accomplissent dans l'être vivant, se bornaient à de simples combustions, se produisant au moyen de l'oxygène appelé dans le poumon par le fait même de la respiration, et l'on croyait que les différents produits que l'on rencontre dans l'économie animale, n'étaient que la transformation plus ou moins complète de matières toutes formées existant dans les substances végétales dont les animaux se nourrissent, et qui, après être parvenues dans le sang de ces derniers, en sont extraites pour concourir à la formation de leurs tissus.

Aujourd'hui qu'il est bien constaté que les animaux possèdent aussi bien que les végétaux la propriété de pouvoir former de toute pièce les substances qui doivent entrer dans la constitution de leurs organes, et que les réactions chimiques qui s'accomplissent dans leur économie ne se bornent pas à de simples combustions, lesquelles ne sauraient donner naissance à des substances d'une nature aussi complexe que la fibrine, l'albumine, la matière cérébrale, la formule qui consistait à considérer les animaux comme des appareils de combustion et les végétaux comme des appareils de réduction ne saurait être acceptée, et on a dû s'enquérir de la manière dont les animaux parviennent à former les matières que l'on rencontre dans leurs tissus.

A la suite de ces recherches, on a constaté que l'animal était doué comme la plante d'une puissance synthétique et analytique des plus variées, capable de donner naissance aux composés les plus divers, au moyen de procédés dont la nature avait échappé à nos investigations, ce qui nous mettait dans l'impuissance de les reproduire.

Nos recherches ont dû naturellement porter sur la nature de cette force et sur les circonstances dans lesquelles elle exerce son action.

On ne connaît en chimie qu'une seule force qui ait quelque analogie avec celle que la nature met en œuvre pour produire ses composés. Cette force, dont on a su assez bien définir l'action, se nomme *force catalytique*, et c'est en effet à son intervention qu'on a dû avoir recours pour expliquer les phénomènes si curieux que présentent les fermentations.

Lorsque nous eûmes constaté expérimentalement que les substances organiques réduites en lames minces, en filaments déliés, en globules de très-petite dimension, possèdent également la *puissance catalytique* en vertu de laquelle ces substances condensent les gaz, et, en particulier, l'oxygène, ce qui facilite sa combinaison avec les autres corps, nous fûmes porté à penser que la force catalytique était en effet un des moyens dont se servait la nature dans le but d'opérer des modifications dans la nature des substances organisées et vivantes. Mais cette force n'est pas la seule qui soit chargée de cette mission : il en est une autre que l'on voit à chaque instant agissante et occupée à réparer les pertes dues à la force catalytique. Cette force, antagoniste de la première, est la *force vitale*.

Lorsque nous eûmes découvert que ce que l'on nomme des ferments n'était autre chose que des êtres organisés et vivants, sous l'influence desquels pouvaient se produire les réactions les plus variées, et qui, dans certains cas, produisent le dédoublement des matières com-

(1) Voir le *Moniteur scientifique*, août 1872, p. 628-642.

plexes, et, dans d'autres, réunissent les éléments des corps simples pour en former les composés les plus variés, nous ne doutâmes pas un seul instant, que c'était en partie à l'influence de la *force vitale*, résidant dans les globules du ferment, qu'il fallait attribuer ces phénomènes de combinaison et de décomposition que l'on observe dans les êtres vivants. En un mot et pour dire toute notre pensée, nous regardâmes toutes les réactions chimiques qui s'accomplissent dans les fermentations comme une manifestation de la force vitale résidant dans les globules du ferment, et comme, d'ailleurs, les globules du sang présentent les plus grandes analogies avec ces derniers, nous fûmes ainsi conduit à penser que c'était à leur influence qu'étaient dues les modifications chimiques que l'on observe dans les êtres vivants.

Une fois engagé dans cette voie, qui nous permettait de rendre compte du mode de formation des substances que l'on rencontre dans l'organisation, nous cherchâmes à aller plus loin, et nous nous demandâmes si toutes les réactions chimiques qui développent de la chaleur avaient lieu dans le sang, et s'y produisent sous l'influence des globules sanguins, ou si des phénomènes analogues ne s'accompliraient pas dans les organes par l'intervention d'organismes vivants résultant de l'agglomération de globules, et jouissant de propriétés semblables à celles que possèdent ces derniers.

A la suite de nos recherches sur l'organisation des tissus, nous avons été conduit à reconnaître que les glandes ainsi que les nerfs étant formés de globules agglomérés, jouissent des mêmes propriétés que les globules sanguins isolés, c'est-à-dire qu'ils peuvent condenser l'oxygène et donner naissance aux réactions les plus variées, et par suite au développement de chaleur qui est la conséquence de toute action chimique s'accomplissant dans l'être vivant.

Ce qui nous confirma dans cette manière de voir, ce fut la constatation expérimentale de ce fait, que les corps réduits en globules de petite dimension ou en fils de petit diamètre, possèdent la propriété de condenser différents gaz et de les amener sous une forme propre à favoriser leur combinaison. Ainsi les fibres de lin et de chanvre sont douées à un haut degré de cette propriété condensante, et les grains de fécule possèdent comme ces derniers la propriété de déterminer des combinaisons qui ne se produisent pas hors de leur présence, et dont on peut constater l'influence dans quelques phénomènes chimiques qu'on observe dans les fermentations. Ainsi, on voit certains infusoires tels que les vibrions, les bacculaires, dont la forme allongée ressemble à celle de la fibre animale, déterminer des réactions chimiques très-curieuses, et transformer par exemple l'acide lactique en acide butyrique. De même les membranes formées par des fibres ou des globules élémentaires, possèdent les mêmes propriétés et donnent naissance aux mêmes réactions, ainsi que le prouvent ces espèces de membranes qui se forment à la surface du vin et le transforment en vinaigre.

C'est ce qui a fait dire à M. Claude Bernard que les éléments anatomiques eux-mêmes se comportent comme de véritables vibrioniens, comme des organismes élémentaires. Ils respirent, ils empruntent au sang l'oxygène qui lui est combiné, et ils exhalent de l'acide carbonique. C'est ce qu'on pourrait appeler une respiration élémentaire.

Du reste, une partie de ces notions existaient depuis longtemps dans la science, et Spallanzani avait déjà constaté que le tissu musculaire absorbe de l'oxygène et dégage de l'acide carbonique ; mais il était nécessaire de donner à ces idées un peu vagues toute l'extension qu'elles nous paraissent comporter, en faisant voir que la force catalytique jointe à la force vitale, suffisent à expliquer toutes les modifications que subit la matière organisée dans l'être vivant, et quelles rendent compte de la chaleur nécessaire à l'entretien de la vie, de même qu'elle est indispensable à la manifestation des phénomènes auxquels donnent lieu les fermentations. En sorte que, d'après cette manière de voir, la vie ne serait qu'une sorte de fermentation entretenue par la chaleur due aux réactions chimiques s'accomplissant dans l'être vivant, réactions qui consistent, d'une part, à brûler les matières qui doivent être rejetées hors de l'économie et rendues au monde inorganique à l'état d'eau et d'acide carbonique, et, de l'autre, à former des substances nouvelles appelées à remplacer celles qui ont été brûlées dans l'économie.

Tel est, suivant nous, ce qui constitue le cycle vital, le cercle que doit fatalement parcourir l'être vivant qui, pendant le cours de son existence, se trouve soumis à des causes incessantes de destruction et de réparation. L'animal constitue en quelque sorte un édifice en

démolition continuelle, et qui ne tarderait pas à disparaître s'il n'existait des moyens de réparation aussi rapides et aussi efficaces que les effets de destruction qu'il s'agit de combattre. Ces effets contraires se neutralisent pendant une partie de la vie, mais ils l'emportent l'un sur l'autre au commencement et à la fin de l'existence. Au commencement, la force organisatrice l'emporte sur la force désorganisatrice ; c'est le contraire qui a lieu dans un âge avancé.

Depuis l'époque, déjà ancienne, à laquelle Leuwenhoek découvrit les globules du sang, tous les physiologistes qui se sont occupés de l'étude de ce liquide se sont attachés à faire ressortir l'importance de ces globules, sans toutefois qu'ils soient parvenus à assigner le véritable rôle qui doit leur être attribué dans l'économie. Ainsi, ils ont constaté que le sang privé de ses globules et introduit dans les veines ou les artères d'un animal ne peut continuer à entretenir la vie, et agit en cette circonstance comme de l'eau pure que l'on eût fait pénétrer dans les vaisseaux. On avait encore reconnu que la nature de ces globules diffère ainsi que leur forme et leurs dimensions. Aussi ne peut-on espérer de succès de l'opération, que l'on désigne sous le nom de transfusion, que lorsqu'on la pratique sur des animaux d'espèces très-voisines, et où, par conséquent, les globules présentent la même forme et les mêmes dimensions.

On savait encore que tout ce qui attaque la vitalité des globules, apporte le plus grand trouble dans l'économie et cause presque inévitablement la mort. Ainsi, lorsqu'on comprime la trachée-artère d'un animal, on empêche l'air de pénétrer dans l'intérieur des poumons, et on s'oppose ainsi à l'échange qui doit avoir lieu entre l'acide carbonique dont le sang est chargé et l'oxygène qui doit le remplacer, on voit au bout de peu de temps la mort survenir. On savait également que le même accident se produit lorsqu'on place l'animal dans un milieu qui ne peut lui fournir l'oxygène nécessaire à sa respiration, ou bien encore lorsque ce milieu est toxique ; lorsqu'il contient, par exemple, une faible quantité d'oxyde de carbone. Ce gaz, en se combinant aux globules du sang, les met dans l'impossibilité de remplir leurs fonctions, en sorte que la vie ne peut se continuer dans ces conditions.

Tous ces faits et beaucoup d'autres que nous pourrions citer, prouvent que la conservation de la vie se trouve liée à celle des globules sanguins ; mais pour parvenir à se rendre compte du rôle qu'ils jouent et des réactions auxquelles ils peuvent donner naissance, il fallait avoir constaté leur analogie avec les globules du ferment, dont on était parvenu à connaître les propriétés et à analyser les fonctions. On sait, en effet, que les globules de la levûre de bière produisent des dédoublements, ainsi que cela a lieu avec le sucre qui, sous leur influence, se transforme en alcool et acide carbonique, ou bien, au contraire, ils donnent naissance à des combinaisons, comme cela a lieu pour le sucre de cannes qui se transforme en sucre de raisin, ou bien pour l'albumine qui se forme de toute pièce au moyen des éléments qui entrent dans sa composition. Cette albumine peut à son tour se transformer sous la même influence en matière grasse, et postérieurement se dédoubler en glycérine et en acide gras, ainsi que cela a lieu dans la fermentation alcoolique.

On sait encore que les globules du ferment peuvent condenser l'oxygène, et donner ainsi naissance à des combustions ; c'est ce qui a lieu en particulier dans la transformation de l'alcool en acide acétique et dans le changement de ce dernier en eau et acide carbonique.

En un mot, les globules du ferment produisent à la fois les opérations synthétiques et analytiques les plus complexes au moyen de procédés que nous ne sommes pas encore parvenus à imiter, et dont nous nous bornons à constater les effets.

Nous ne devons donc pas être étonnés de voir les globules hématiques puiser dans la force vitale dont ils sont animés, les moyens de transformer les substances avec lesquelles ils se trouvent en rapport, et donner naissance aux réactions les plus diverses. Ainsi, avec de l'albumine, les globules parviennent à faire de la fibrine, de la créatine, de la créatinine, de la matière grasse ; avec du sucre, ils pourront faire de l'alcool, et, en condensant l'oxygène, ils donnent naissance à des combustions dont les produits sont de l'urée, de l'acide urique, de la cholestérine et de l'acide cholestérique.

Si les principales réactions qui se produisent dans le corps d'un animal ont lieu sous l'influence des globules du sang, on est en droit de penser que ce liquide est le principal milieu

dans lequel se développent les phénomènes de calorification ; mais ce n'est pas le lieu unique dans lequel l'animal va puiser la chaleur qui l'anime. Les organes, lorsqu'ils entrent en jeu, produisent également une certaine quantité de chaleur dont il faut savoir tenir compte.

Nous avons vu dans notre précédent mémoire, que l'homme développe par jour une quantité de chaleur que l'on évalue à 3,250 calories. La chaleur qui résulte de la combustion de l'alcool formé dans le sang, peut être évaluée à 3,000 calories ; en sorte qu'il reste un excès de 250 unités de chaleur, lesquelles doivent provenir de sources autres que celle que nous venons d'assigner et que nous nous proposons de déterminer ultérieurement. Il n'en est pas moins vrai que la majeure partie de la chaleur animale peut être attribuée aux phénomènes chimiques qui ont leur siége dans le sang, et, sous ce rapport, nous sommes en conformité d'opinion avec Lavoisier, encore bien que nous différions avec lui en plusieurs points. En effet, ce savant chimiste croyait que la chaleur animale était uniquement due à la combustion des éléments du sang ; nous, nous croyons, au contraire, que ce liquide n'intervient que par ses globules pour condenser l'oxygène et l'amener ainsi sous une forme qui lui permette de se combiner à un liquide étranger au sang, et qui se renouvelle sans cesse, car il est engendré à chaque instant dans le foie, et transformé en une substance éminemment combustible dans l'acte de la fermentation hématique.

Les successeurs de Lavoisier, tout en adoptant son opinion, et en admettant la combustion du sang au moyen de l'oxygène de l'air, l'ont modifiée en déplaçant le foyer de chaleur, et le transportant du poumon dans les vaisseaux capillaires. Cette interprétation des sources de la chaleur animale est entachée des mêmes causes d'erreur que la précédente, en ce sens qu'elle admet la combustion des éléments du sang par l'oxygène qui y est introduit dans l'acte de la respiration, réaction qui n'a point lieu, ainsi que l'ont prouvé des expériences directes entreprises à ce sujet.

Enfin, dans ces derniers temps, M. Claude Bernard a proposé une théorie toute différente de la calorification animale. Ce savant physiologiste, tout en admettant que la chaleur animale résulte des différentes actions chimiques qui s'accomplissent dans l'organisme, ne croit pas qu'elles se produisent dans le sang, mais qu'elles ont lieu dans les différents organes dont les tissus peuvent être brûlés et renouvelés par suite des actions chimiques qui s'y accomplissent.

Nous ne partageons pas complétement l'opinion de notre savant physiologiste, en ce sens que, tout en admettant comme lui les combustions locales comme sources de chaleur, nous regardons le sang comme étant le siége des principales réactions qui s'accomplissent dans l'être vivant. La théorie de M. Claude Bernard nous paraît être une réaction contre l'opinion qui consiste à admettre que tous les phénomènes chimiques s'accomplissent dans le sang, et, comme toute réaction, elle nous paraît avoir dépassé le but, en dépouillant ce liquide de toutes les propriétés qu'on lui attribuait, et qui nous paraissent encore jouer le rôle le plus important dans le phénomène de la calorification. On s'expliquerait en effet difficilement comment, au moment même où l'on pratique une saignée sur un homme, la température de son corps s'abaisse immédiatement, encore bien que le sang contenu dans les vaisseaux capillaires n'ait pas eu le temps de diminuer, et que, par conséquent, les phénomènes d'assimilation et de désassimilation n'ont pas dû cesser de se produire, ce qui semblerait prouver que l'abaissement de température que l'on observe ne proviendrait point de la suspension des phénomènes chimiques qui ont lieu dans les organes, mais bien de ceux qui se produisaient dans la partie du sang extravasé.

D'un autre côté, on aurait de la peine à s'expliquer comment le sucre contenu dans le sang pourrait disparaître, s'il n'était soumis préalablement à quelque réaction chimique qui en change la nature et le transforme en une substance capable d'être attaquée par l'oxygène de l'air introduit dans le sang.

Tous ces faits et beaucoup d'autres que nous aurons occasion de citer, tendent à prouver que le sang ne saurait être considéré comme un simple distributeur et répartiteur du calorique engendré dans les organes, mais que c'est le siége le plus important des actions chimiques qui donnent naissance à la chaleur animale.

La nouvelle théorie de M. Claude Bernard repose sur un fait de la plus haute importance,

et qui tend à prouver que des combustions ont lieu dans les tissus élémentaires, indépendamment des réactions qui peuvent se produire dans les autres parties de l'économie. Après avoir préparé une grenouille, d'après le procédé mis en pratique quand on veut soumettre cet animal à une excitation de l'électricité, il la dispose à peu de distance du fond d'un vase dans lequel on a placé de l'eau de baryte, puis il détermine des contractions musculaires de l'animal, en faisant passer à travers ses organes un courant électrique provenant d'un appareil d'induction. Il a obtenu des contractions pendant lesquelles il s'est produit un dégagement d'acide carbonique, lequel s'est manifesté par le trouble apporté dans le liquide situé au fond du vase. Or, l'acide carbonique dégagé dans cette circonstance ne peut être que le fait d'une combustion qui a eu lieu pendant que les muscles se contractent, combustion qui avait besoin pour se produire de l'oxygène apporté au muscle par le sang qui le traverse.

Cette expérience nous apprend que le siége de la chaleur animale ne réside pas seulement dans le sang, et que les tissus participent également à la production de ce fluide si indispensable à l'exercice des diverses fonctions.

A la vérité, la production de chaleur qui a lieu dans le sang, et qui provient à la fois de l'activité de la fermentation et de la combustion, ainsi que de la formation des diverses substances qui doivent servir à la nutrition des tissus, ne serait pas capable d'entretenir dans toutes les circonstances le feu vital, si d'autres causes ne venaient joindre leur action à l'effet produit par cette première. Si les organes ne parvenaient pas à réparer les pertes que le corps éprouve par suite de son contact avec les agents extérieurs, il pourrait arriver telles circonstances dans lesquelles ces pertes pourraient s'exagérer au point de rendre l'existence impossible. Ainsi le froid peut, en arrêtant les phénomènes de fermentation, suspendre les fonctions organiques, et peut par suite causer la mort de l'animal. Or, on sait que le meilleur moyen de s'opposer à cet effet est de se mettre en mouvement, et, par le jeu des organes, on donne ainsi naissance à des contractions musculaires qui développent de la chaleur, laquelle, parvenant dans le sang, sert à redonner à ce liquide la température nécessaire pour que les phénomènes de fermentation, de combustion et de réparation, puissent continuer à se produire.

Lorsque l'homme se trouve exposé à l'action d'un froid intense, un engourdissement général le saisit et paralyse ses membres, en même temps qu'une somnolence envahit tout son être. Cet effet ne saurait être attribué à une autre cause qu'à un ralentissement dans la fermentation produit par le froid. Si, obéissant au besoin impérieux qui l'assiége, il se couche pour se livrer au sommeil, la mort ne tarde pas à survenir. Mais si, au contraire, il réagit fortement contre la tendance au repos qui le sollicite ; s'il se met à marcher et à agiter ses membres engourdis, il peut ainsi développer une quantité de chaleur suffisante pour rétablir la circulation dans son état normal, et parvenir ainsi à échapper au danger qui le menace.

Nous trouvons dans ce fait la preuve que la contraction musculaire est capable de développer une quantité de chaleur suffisante pour neutraliser les effets d'un refroidissement provoqué par un abaissement de la température extérieure ; mais il est possible de démontrer que le même effet pourrait être obtenu par des réactions chimiques qui s'accomplissent dans le sang. En effet, un moyen efficace et souvent employé pour rappeler à la vie un homme prêt à succomber sous les étreintes du froid, consiste à lui faire absorber une certaine quantité d'une liqueur alcoolique. L'alcool qui pénètre dans le sang y trouve de l'oxygène condensé qui en opère la combustion, et détermine une élévation de température suffisante pour rétablir la circulation, et par suite rappeler à la vie ce corps presque inanimé.

Nous allons actuellement poursuivre les conséquences de notre théorie, qui, tout en admettant que de la chaleur est produite dans l'organisme par la contraction musculaire, par les différents phénomènes d'assimilation et de désassimilation qui ont lieu dans les tissus, est cependant engendrée en majeure partie dans le sang, où s'accomplissent les réactions chimiques les plus nombreuses et les plus importantes de l'économie, et où les autres organes vont puiser les éléments nécessaires à leur nutrition et à leur développement.

Les causes qui concourent au développement de la chaleur animale peuvent se rapporter aux suivantes : 1° à l'action vitale plus ou moins développée des globules sanguins ; 2° à la combustion de l'alcool résultant de la transformation qu'éprouve le sucre contenu dans le

sang sous l'influence du ferment hématique ; 3° aux réactions à la suite desquelles prennent naissance dans le sang les diverses substances qui servent à la nutrition de l'animal et à la réparation de ses tissus ; 4° aux phénomènes de combustion et de désassimilation qui ont lieu dans les organes et aux dépens des tissus qui les composent ; 5° à l'action du système musculaire et glanduleux ; 6° à l'action du système nerveux.

Nous allons examiner successivement ces diverses sources de chaleur afin de voir quelle part leur revient dans la calorification générale de l'être vivant.

De l'influence de la vitalité des globules sanguins sur la chaleur animale.

Pour parvenir à bien comprendre l'effet produit par la vitalité des globules sanguins, nous nous voyons forcé de comparer leur action à celle qu'exercent les globules de la levûre de bière dans la fermentation ordinaire, fermentation qui a la plus grande analogie avec celle qui s'accomplit dans le sang, ainsi que nous avons cherché précédemment à le faire voir. Nous savons que les globules du ferment donnent naissance à un dégagement de chaleur qui peut élever la température de la masse en fermentation de 38 à 40 degrés.

Quelles sont les causes qui concourent à produire un tel développement de chaleur? Une réaction chimique a lieu par suite de laquelle le glycose se trouve transformé en alcool et acide carbonique, et en même temps que se produisent des actions physiologiques par suite desquelles le ferment se nourrit et se développe. Le premier de ces phénomènes, le dédoublement du sucre, ne saurait donner lieu à un dégagement de chaleur bien sensible ; il faut donc l'attribuer à la formation des diverses substances dont se nourrit le ferment, en sorte qu'une partie de la chaleur que développe la fermentation est due à la vie des globules.

Dans le cas où l'on considère les globules hématiques, la chaleur qu'ils produisent dans le sang doit être plus considérable, car non-seulement ces globules donnent naissance aux mêmes réactions, mais encore ils provoquent la combustion de l'alcool, source de chaleur qui détermine une forte élévation de température, ainsi qu'on l'observe dans les tonneaux contenant du vin qui se transforme en vinaigre. Dans la fermentation hématique, la formation de l'alcool et sa combustion ont lieu presque simultanément ; dans la fermentation alcoolique, ces deux actions ne se produisent qu'à la suite l'une de l'autre.

La conséquence que nous sommes conduit à tirer de cette comparaison, c'est qu'une partie de la chaleur qui existe dans le sang est due à la vitalité des globules qu'il contient, et que, par conséquent, tout ce qui contribue à entretenir la vitalité de ces globules, doit être pour le corps de l'animal une source de chaleur, et, tout ce qui tend à détruire leur force vitale, une cause de refroidissement.

Lorsqu'en comprimant la trachée-artère d'un animal, on empêche l'accès de l'air dans l'intérieur du poumon, la mort ne tarde pas à être la conséquence de la violence qu'on exerce sur cet animal, en empêchant l'échange gazeux de pouvoir s'effectuer. Mais les globules du sang qui sont restés intacts peuvent continuer à fonctionner, c'est-à-dire qu'ils peuvent dédoubler le sucre en produisant de l'alcool et de l'acide carbonique ; mais ce dernier ne pouvant se dégager reste dans le sang et lui communique une teinte noire qui le fait ressembler à du sang veineux. La réaction chimique qui a encore lieu dans cette circonstance, prévient le refroidissement de l'animal ; aussi n'observe-t-on aucun abaissement de température dans son corps jusqu'au moment où il cesse de vivre.

Il n'en est plus de même lorsqu'on fait respirer à un animal un gaz toxique tel que de l'oxyde de carbone. Dans ce cas, les globules du sang, en se combinant au gaz, sont mis dans l'impossibilité d'accomplir leurs fonctions ; ils ne donnent plus lieu à la fermentation hématique ni à la combustion qui la suit ; il en résulte que le sang artériel reste rouge, comme s'il n'y avait pas asphyxie, et que le corps de l'animal se refroidit pendant tout le temps qu'il se trouve soumis à l'influence de l'agent toxique, et jusqu'au moment où il succombe.

Lorsque l'intoxication n'est pas complète, et que l'économie parvient à se débarrasser de l'agent qui a mis pendant quelque temps obstacle à l'accomplissement des fonctions vitales, dans ce cas la mort n'est pas la conséquence de l'empoisonnement. L'animal soumis à une intoxication incomplète, revient peu à peu à son état normal, et on remarque qu'à

mesure que les globules du sang se débarrassent de l'agent qui les paralysait, la température du corps de l'animal se relève et revient bientôt à son état primitif.

La plupart des poisons que l'on introduit dans le corps de l'homme, sous prétexte de médicaments, s'attaquent aux globules du sang dont ils paralysent l'activité vitale. En ralentissant la circulation, ils provoquent le refroidissement du corps, et plongent l'animal dans un état de somnolence qui ne disparaît que lorsque le poison a été éliminé de l'économie.

M. Claude Bernard, qui a si bien compris le rôle que jouent les globules sanguins dans la respiration, dit au sujet de l'asphyxie : « La fonction respiratoire revient à un échange de gaz dont l'agent principal est en dernière analyse le globule du sang, et on peut dire que l'asphyxie consiste dans la cessation des fonctions des globules sanguins. Celui-là cessera son rôle, si, au lieu de se trouver en présence d'un milieu atmosphérique avec lequel il est en relation d'échange habituel, il se trouve en présence d'un milieu inerte et toxique. »

On voit d'après cela, que c'est la vitalité des globules qui entretient dans toutes les parties de l'économie l'irritabilité nécessaire à l'exercice des diverses fonctions. C'est à leur intervention qu'est due la formation des substances qui entrent dans la constitution des organes, c'est par leur intermédiaire que s'opèrent ces échanges qui ont lieu continuellement entre les matériaux qui, ayant servi dans le principe à la constitution d'un organe, se trouvent actuellement hors de service, et doivent être expulsés de l'économie et remplacés par des éléments nouveaux.

Mais, sous ce rapport, on doit distinguer ce qui se passe dans la *grande circulation,* dans ce courant qui alimente un si grand nombre de dérivations, et ce qui a lieu dans la *circulation locale,* celle qui s'accomplit dans les organes où elle va porter l'excitation et la vie. C'est dans la partie du sang qui circule ainsi dans les vaisseaux capillaires que se forment, sous l'influence des organes traversés par ce liquide, les diverses substances qui concourent à leur nutrition, et qui, telles que la fibrine, la créatine, la matière cérébrale, fournissent à chaque organe ce qui lui est nécessaire à sa nutrition, et qu'il parvient à s'assimiler après l'avoir extrait du sang.

De l'influence des réactions chimiques qui s'accomplissent dans le sang, et, en particulier, de la combustion alcoolique sur la chaleur animale.

Puisque nous avons été conduit à admettre qu'il se passe dans le sang des phénomènes tout à fait analogues à ceux qui s'accomplissent dans la fermentation alcoolique, et comme cette dernière donne lieu à un grand dégagement de chaleur, nous ne devons pas être étonnés de voir le liquide sanguin être le lieu où se produit principalement la chaleur animale. Et si c'est à peu près exclusivement dans la circulation locale que s'accomplissent les phénomènes de combinaison, sous l'influence d'une force synthétique dont la nature et le mode d'action ne sont pas encore parfaitement déterminés, c'est au contraire dans la grande circulation que se produisent les phénomènes de combustion qui développent en général une grande quantité de chaleur. Ces combustions s'effectuent sous l'influence de globules qui jouissent, comme tous les corps réduits sous un très-petit volume, de la propriété de condenser l'oxygène et de l'amener ainsi dans un état qui facilite sa combinaison avec des substances combustibles telles que l'alcool ou les corps gras. Des combustions de la nature de celles qui ont lieu dans l'organisme s'effectuent fréquemment au contact de l'air, et sous les mêmes influences. Ainsi, tout le monde sait que le platine réduit en poudre très-fine, et constituant sous cette forme ce que l'on nomme *la mousse de platine,* jouit de la propriété de déterminer la combustion de l'alcool en produisant un dégagement de chaleur suffisant pour provoquer l'inflammation de ce corps. De même l'huile répandue à la surface du marc d'olives brûle lentement au contact de l'air en produisant une quantité de chaleur suffisant à empêcher l'huile contenue dans des tonneaux de se figer pendant les froids de l'hiver.

Mais l'exemple le plus frappant que nous puissions citer de ces combustions lentes est celle qu'éprouve l'alcool que l'on fait séjourner au contact de copeaux de bois. Sous l'influence de ces lames minces, l'alcool se trouve transformé en acide acétique. Les copeaux de bois, en absorbant l'oxygène de l'air, l'amènent dans un état qui facilite sa combinaison avec l'alcool, et la force qui agit dans cette circonstance est la force catalytique, ainsi que le

prouve le fait suivant : Lorsque l'alcool a séjourné pendant un temps suffisant au contact des copeaux et qu'il s'y est acidifié, on fait écouler le liquide pour le renouveler ; les copeaux se trouvant ainsi exposés au contact de l'air, absorbent l'oxygène et le condensent avec une telle énergie que leur température s'élève d'une manière très-sensible, ce qui détermine l'action de l'oxygène sur l'alcool.

Dans la transformation du vin en vinaigre, le rôle que remplissent les copeaux de bois peut être remplacé par celui des globules du ferment, qui se réunissent et forment une membrane, laquelle possède également la propriété de transformer l'alcool en acide acétique.

Ces faits de combustion lente qui se produisent au sein de nos organes, ont toujours lieu par l'intermédiaire des globules sanguins isolés, ou bien réunis sous forme de filaments ou de membranes.

Les globules de la levûre ne possèdent pas uniquement la propriété de déterminer des combustions, ils peuvent également produire les combinaisons les plus variées. Ainsi, M. Pasteur a vu qu'en mettant en rapport du tartrate d'ammoniaque, des sels minéraux et du sucre, additionnés d'une quantité suffisante d'eau, quelques globules de levûre de bière introduits dans ce liquide donnaient naissance à la fermentation alcoolique, en même temps que les globules du ferment trouvaient le moyen de se nourrir et de se multiplier, ce qui prouve que, sous leur influence, il a dû se former de l'albumine, un des produits les plus complexes qu'on rencontre dans l'économie.

On ne doit pas être surpris d'après cela de voir les globules hématiques donner naissance, au moyen des éléments contenus dans le sang, à toutes les substances qui entrent dans la constitution des tissus, et les réactions à la suite desquelles se forment ces tissus doivent dégager une certaine quantité de chaleur qui, en tout cas, doit être moins considérable que celle qui provient de la combustion de l'alcool.

Ces différents phénomènes de combinaison, qui concourent au développement et au renouvellement des organes, s'accomplissent dans le sang, car là seulement se trouvent réunies les conditions dans lesquelles ils peuvent s'effectuer. C'est donc dans le sang que les muscles, les nerfs, les glandes, les os, en un mot tous les organes, puisent les matériaux tout formés qui doivent servir à leur nutrition, ainsi que les substances qu'ils sont chargés d'élaborer pour les faire servir à l'accomplissement de certaines fonctions de l'économie animale.

De l'influence du système musculaire sur la chaleur animale.

Il y a bien longtemps qu'on a constaté que la fibre musculaire était capable de condenser l'oxygène de l'air et de donner naissance à de véritables combustions. Spallanzani avait en effet observé qu'un muscle mis en contact avec l'air absorbait l'oxygène et laissait dégager de l'acide carbonique.

Nous pouvons nous rendre compte de ces faits, aujourd'hui que nous savons que le tissu musculaire se compose d'une réunion de fibres d'un très-petit diamètre, jouissant, comme nous l'avons dit, de la propriété de condenser l'oxygène, et par suite de l'amener dans un état propre aux combinaisons.

Indépendamment de l'action d'assimilation et de désassimilation qui s'accomplit dans l'intérieur du muscle, et qui provoque un dégagement de chaleur, cet organe possède en outre la faculté de développer, en se contractant, une si grande quantité de calorique, qu'elle doit le faire considérer comme un foyer de chaleur, auquel l'animal a souvent recours pour maintenir son existence ; et comme d'ailleurs les muscles forment une grande partie de son corps, il n'est pas douteux qu'ils ne contribuent pour une partie au développement de la chaleur animale.

Toutes les fois qu'un muscle se contracte, il y a de la chaleur développée, car on voit sa température s'élever, et c'est en effet ce qu'ont constaté MM. Becquerel, Breschet, Béclard, Gavarret, et enfin M. Claude Bernard ; et en même temps la circulation se trouve activée dans le muscle. C'est ce que prouve l'expérience suivante : Si l'on ouvre la veine d'un animal, lorsque ce dernier se trouve à l'état de repos, on voit le sang s'écouler goutte à goutte ; mais lorsque, par un excitant quelconque, on vient à forcer le muscle à se contracter, le sang s'élance de la veine en un jet continu, ce qui ne peut être attribué qu'à un accroissement

dans l'activité de la circulation due à l'élévation de température que le muscle a éprouvée par le fait de sa contraction.

Mais, indépendamment de cet effet de calorification dû à la contraction, il existe d'autres phénomènes dont le muscle est également le siége et qui produisent de la chaleur qu'on ne saurait attribuer qu'à des réactions chimiques se rattachant aux actions d'assimilation et de désassimilation, lesquelles constituent à proprement parler la nutrition de l'organe. La fibre musculaire a continuellement besoin de se renouveler, et c'est le sang qui est chargé de lui fournir les éléments de sa nutrition. Le sang contient en effet de la fibrine, qui se trouve en dissolution par l'intermédiaire de l'acide carbonique. Ce liquide, en pénétrant dans les vaisseaux capillaires, se dépouille peu à peu du gaz qu'il contient, et livre à l'organe la fibrine dans un état propre à l'assimilation. Ce n'est pas toutefois la seule modification qui s'accomplisse dans l'intérieur du muscle, lequel a également besoin de s'approprier de la créatine, de la créatinine, les trouve toutes formées dans le sang où le muscle n'a besoin que d'aller les puiser pour les faire servir à son développement.

C'est là ce qui rend compte de ce fait d'observation : que le sang qui n'a pas encore pénétré dans un muscle ne possède pas la même composition que lorsqu'il en sort. Ainsi, il contient moins d'oxygène, et, au contraire, plus d'acide carbonique à la sortie du muscle qu'avant d'y avoir pénétré. Ce fait prouve que des réactions chimiques s'accomplissent dans le liquide sanguin pendant qu'il traverse le muscle, et que l'énergie de ces réactions qui contribuent à la nutrition de l'organe sont d'autant plus efficaces que les contractions se renouvellent plus fréquemment. C'est là ce qui fait que les muscles qui travaillent acquièrent un volume et une force auxquels ils ne seraient jamais parvenus s'ils étaient restés à l'état de repos.

On observe également dans un muscle qui vient de se contracter, un changement dans la nature de la réaction qu'il possédait avant que la contraction eût lieu. Le muscle qui, à l'état de repos, possédait une réaction alcaline, à la suite de la contraction devient acide, effet qui peut être attribué à la formation d'une certaine quantité d'acide lactique que l'on retrouve toujours dans le muscle à la suite d'une contraction un peu prolongée.

D'après tous ces faits, on ne doit pas être surpris de voir que la composition d'un muscle change de nature suivant son état de repos ou de mouvement, et de trouver que les substances solubles dans l'alcool ont augmenté par le fait de la contraction, tandis que celles qui sont solubles dans l'eau ont diminué.

Pour pouvoir admettre que ces différentes modifications se soient accomplies dans le muscle lui-même, il faudrait, ou bien que le sang se fût extravasé ou que le liquide qui le baigne de toute part, la lymphe, eussent pu lui céder ses éléments de nutrition. On ne peut pas croire que les diverses substances qui se sont formées dans cette circonstance soient le produit de la combustion du muscle, car alors il aurait dû diminuer de volume au lieu d'augmenter, ainsi que le prouve l'observation.

Il est d'ailleurs un fait fort remarquable dont la découverte est due à M. Claude Bernard, et qui prouve jusqu'à l'évidence que ce n'est pas à une simple combustion que sont dues les modifications qu'éprouve un muscle pendant sa contraction. Ce savant physiologiste a vu que le sang d'un muscle qui se contracte est plus rutilant que celui qui sort d'un muscle en repos, preuve qu'il contient plus d'oxygène dans le premier cas que dans le second.

Des faits que nous venons d'exposer, il résulte que le tissu musculaire qui forme une grande partie du corps de l'animal est un véritable foyer de chaleur alimenté par deux causes distinctes : d'une part sa contractilité, de l'autre par les modifications chimiques qui s'accomplissent dans son intérieur et qui sont favorisées par le fait même de la contraction du muscle. Dans l'état habituel, la contraction des muscles ne développe pas une grande quantité de chaleur. Ainsi, on observe que la température du corps de l'homme qui se tient debout, situation qu'il ne peut conserver qu'à la condition qu'une partie de ses muscles travaillent, n'est pas sensiblement différente de celle de l'homme qui s'étend de tout son long, position dans laquelle tous ses muscles sont en repos. Mais lorsque ces derniers fonctionnent d'une manière énergique soit pour exécuter un travail pénible, soit pour soutenir pendant quelque temps une marche forcée, la chaleur dégagée dans ces circonstances peut être fort

considérable, et l'emporter même sur celle qui provient des réactions chimiques qui s'accomplissent dans le sang.

De l'influence du système glandulaire dans la production de la chaleur animale.

La constitution anatomique des glandes nous apprend qu'elles sont destinées à condenser l'oxygène et à déterminer la combustion plus ou moins complète des éléments qui doivent être éliminés de leur intérieur. Elles résultent en général d'une agglomération plus ou moins considérable de globules d'une très-petite dimension qui communiquent avec des conduits servant à déverser les produits de sécrétion élaborés dans l'intérieur des globules. Les matières qui doivent servir à la nutrition de la glande et remplacer celles qui sont éliminées se forment dans le sang, ainsi que le prouve l'analyse de ce liquide avant et après avoir passé dans l'organe glandulaire. Lehmann a analysé le sang de la veine-cave après sa sortie du foie et l'a comparé au sang qu'amène la veine porte. Il a constaté ainsi qu'en passant dans le foie le sang perd une grande partie de son albumine et de sa fibrine, en même temps qu'il se charge d'une certaine quantité de sucre.

On ne doit pas être surpris de voir les glandes contribuer en partie à la calorification générale du corps, si l'on considère les nombreuses modifications chimiques qui s'accomplissent dans leur intérieur. Examinons, en effet, le foie, glande la plus volumineuse de tout le corps, et celle dans l'intérieur de laquelle se produisent les réactions les plus nombreuses, les plus variées et les plus importantes de l'économie. C'est dans le foie que se forme la bile, et l'on trouve dans ce liquide des matières grasses et savonneuses, de la cholestérine, de l'acide choléique, du sucre, etc., dont les éléments existaient à la vérité dans le sang, mais que le foie a dû modifier pour les faire servir à la fois à la nutrition de l'organe et en même temps à la formation des sécrétions destinées à accomplir d'autres fonctions dans l'économie. C'est en raison même de ces réactions si nombreuses que le sang veineux qui sort du foie est plus chaud de quelques dixièmes de degré que celui qui se trouve dans les artères et les veines situées dans le voisinage de ce dernier organe.

Toutefois, la chaleur que l'on observe dans le système glandulaire, alors surtout qu'il entre en fonction, ne saurait être attribué à une combustion directe se produisant par l'intermédiaire de l'oxygène charrié avec le sang jusque dans l'intérieur de l'organe. Lorsqu'une glande est en activité, lorsqu'elle produit des sécrétions, et que sa température est le plus élevée, le sang qui en sort est plus oxygéné que lorsqu'elle est à l'état de repos et qu'elle a cessé de fonctionner : ce qui prouve que, pendant l'action de ces organes, les combustions s'arrêtent pour faire place aux phénomènes de nutrition et de sécrétion. L'élévation de température qu'on observe dans la glande doit donc être principalement attribuée aux réactions chimiques qui donnent naissance aux divers produits élaborés dans cet organe.

Pour nous rendre bien compte du rôle que jouent les glandes dans le phénomène de la calorification générale, il nous faut examiner ce qui se passe dans la glande mammaire. Les éléments de la sécrétion qu'elle produit doivent avoir été extraits du sang, dont ils rappellent la composition, même sous le rapport des principes minéraux qui s'y trouvent contenus. Mais ces éléments ont dû subir quelque modification dans l'intérieur de la glande pour pouvoir servir à l'alimentation du jeune animal, dont le liquide sécrété doit faire pendant quelque temps la seule nourriture. Ainsi l'albumine a dû se transformer en caséum, la matière grasse contenue dans le sang est devenue du beurre, et ces modifications n'ont pu s'accomplir dans la glande sans développer une certaine quantité de chaleur. Mais ces modifications locales, tout importantes qu'elles soient, ne sauraient être une source de chaleur comparable à celle qui se produit dans le sang ou même dans les muscles ; aussi n'observe-t-on pas une différence sensible entre la température de la glande mammaire et celle des autres parties du corps.

De l'influence du système nerveux sur la chaleur animale.

Les nerfs contribuent à la calorification générale du corps de l'animal, ainsi qu'une expérience déjà ancienne de Brodie la prouvé. Ce savant physiologiste ayant pratiqué la section de la moelle épinière un peu au-dessous du bulbe rachidien, et ayant eu soin d'entretenir la

respiration d'une manière artificielle chez l'animal ainsi opéré, il put constater que la température de son corps s'abaissait d'une manière considérable. L'animal placé dans ces conditions peut encore vivre et ses diverses fonctions continuer à s'exercer. Ainsi, la circulation n'est pas entravée, la respiration continue d'avoir lieu, ainsi que l'absorption d'oxygène et le dégagement d'acide carbonique en constatent l'activité. Il n'en est pas moins vrai que la température de son corps s'abaisse à tel point que Brodie considère ce fait comme l'objection la plus forte que l'on puisse faire contre les phénomènes chimiques de la respiration qui, suivant lui, ne jouent aucun rôle dans la calorification animale. Ce physiologiste élimine ainsi non-seulement la respiration comme cause première de la chaleur développée dans l'organisme, mais toutes les actions chimiques qui, suivant nous, y contribuent le plus puissamment, pour y substituer l'influence du système nerveux qui exercerait son action d'une manière mystérieuse que l'auteur ne parvient pas à définir.

Le temps a fait justice de l'opinion de Brodie; mais, sans attribuer au système nerveux une action calorifique exclusive, il est nécessaire de déterminer la part qui lui revient dans la calorification générale, et de chercher de quelle manière il exerce son action. C'est à M. Claude Bernard qu'on est redevable des découvertes qui nous ont mis sur la voie de la vérité, et qui nous ont fait connaître la part qui revient au système nerveux dans la production de la chaleur animale.

Il existe, comme on sait, trois grandes classes de nerfs : les nerfs sensitifs, chargés de transmettre au cerveau les sensations produites par les agents extérieurs; les nerfs moteurs, placés immédiatement sous l'influence de la volonté et qui peuvent être considérés comme des conducteurs au moyen desquels se transmettent les ordres qui, partant de l'encéphale, vont aboutir aux extrémités du corps; enfin, le système ganglionnaire ou grand sympathique, lequel préside aux fonctions de nutrition, et qu'on a désigné sous le nom de *nerf vaso-moteur*, parce qu'il possède la propriété de faire varier les dimensions des vaisseaux auxquels il se distribue, et de les approprier ainsi à une circulation plus ou moins active. Lorsque ce nerf entre en fonction, il agit de manière à diminuer le calibre des vaisseaux sanguins, et c'est en raison de cette circonstance que M. Claude Bernard lui a donné le nom de *nerf constricteur*. Ce savant physiologiste a du reste fait voir que ce nerf rentre dans la classe des nerfs moteurs, et qu'il possède de nombreuses anastomoses qui le rattachent au système des nerfs sensitifs, et, par suite, à l'encéphale dont il peut ainsi recevoir les ordres auxquels il s'empresse d'obéir.

C'est le nerf grand sympatique qui préside à l'admission du sang en plus ou moins grande quantité dans les vaisseaux, et, dans ce but, il est composé de deux sortes de nerfs antagonistes dont les uns ont pour mission de faire contracter les vaisseaux, et les autres, au contraire, de les dilater.

Le froid agit par une action réflexe et d'une manière spéciale sur le nerf grand sympathique, détermine sa contraction, laquelle diminue le calibre des vaisseaux, ce qui a pour résultat de rendre la circulation locale plus lente et d'augmenter la nutrition qui s'effectue d'autant mieux que le cours du sang est plus ralenti, car, dans ce cas, les échanges s'opèrent avec plus de facilité entre les substances qu'il contient et les organes qu'il traverse. De là des réactions chimiques plus nombreuses et par suite une calorification plus développée qui viennent combattre les effets nuisibles qui pourraient être occasionnés par l'influence d'une température trop basse du milieu dans lequel l'animal se trouve plongé.

C'est là ce qui explique l'influence du froid sur la nutrition. Il est un fait d'observation générale, que les habitants du nord ont besoin pour soutenir leur existence d'une quantité de nourriture plus considérable que celle que réclament les habitants du midi. Ces derniers n'étant pas soumis aux influences extérieures qui déterminent la constriction des vaisseaux, et la circulation locale n'étant pas entravée dans les vaisseaux capillaires, la circulation générale est plus rapide, mais aussi les échanges qui s'opèrent entre le sang et les organes étant rendus moins faciles, il en résulte que la nutrition est moins active, et, par suite, la calorification moins grande que dans le cas précédent.

La chaleur paralyse en quelque sorte le nerf grand sympathique, et, en permettant aux

vaisseaux d'augmenter de diamètre, rend la circulation du sang plus facile, mais diminue l'activité de la fonction nutritive des organes.

C'est sous l'influence des *nerfs constricteurs*, d'une part, et des *nerfs dilatateurs*, de l'autre, dont l'action se succède à des intervalles assez rapprochés que se produisent à la fois les phénomènes de nutrition et les phénomènes de calorification qui les accompagnent. Mais cette classe de nerfs n'agit pas d'une manière directe sur les organes pour en augmenter ou en diminuer la puissance nutritive. C'est en agissant sur le sang qu'ils exercent leur influence sur la nutrition. Quand les nerfs constricteurs agissent, la circulation locale est presque entièrement suspendue, la colonne sanguine contenue dans les vaisseaux éprouve une sorte de mouvement oscillatoire très-favorable à la nutrition des organes. Quant, au contraire, ce sont les nerfs dilatateurs qui exercent leur action, le calibre des vaisseaux augmente, la circulation du sang y est rendue plus facile, et ce liquide s'y renouvelle plus fréquemment ; mais aussi il s'y dépouille moins complétement des substances qu'il contient et qui doivent servir à la nutrition des organes.

Actuellement que nous connaissons, grâce aux travaux de M. Claude Bernard, le rôle que joue le grand sympathique dans les phénomènes de calorification, cherchons à nous rendre compte du fait observé par Brodie, c'est-à-dire du refroidissement qu'éprouve le corps d'un animal, lorsqu'on a sectionné sa moelle épinière, et encore bien que l'on entretienne sa respiration d'une manière artificielle. Par le fait de cette section, le grand sympathique se trouve mis dans l'impossibilité de remplir ses fonctions de nerf constricteur, et alors le sang peut circuler en toute liberté dans ses vaisseaux, mais la nutrition ne peut avoir lieu dans les organes, et par suite la diminution des actions chimiques amène le refroidissement du sang, et, par suite, celui de tout le corps de l'animal.

D'après ce que nous venons d'exposer, on est forcé de reconnaître que la chaleur animale n'a pas un foyer unique, que tous les organes concourent à sa production, et par cela même que tous se développent et se nourrissent, tous donnent naissance à de la chaleur qui se répartit uniformément dans le corps par le moyen de la circulation. Mais il n'en est pas moins vrai que c'est dans le sang que se produit la plus grande quantité de chaleur, parce que c'est dans ce liquide que s'accomplissent les réactions les plus nombreuses et les plus importantes, celles qui donnent naissance aux matières qui doivent servir à la nutrition des tissus, tandis que, dans ces derniers, il ne se produit que des combustions qui n'ont pour but que de les renouveler. Aussi, si on s'en rapporte au résultat de nos expériences, on trouve que la chaleur développée dans l'ensemble des tissus ne serait que $^1/_{12}$ de la chaleur engendrée dans le sang. A la vérité, ce rapport est loin d'être constant : il peut varier avec les circonstances, à tel point que, lorsque tous les muscles sont en exercice, comme cela arrive dans le cas où on exécute un travail pénible ou une marche forcée, on peut développer une quantité de chaleur qui égale, si elle ne dépasse, celle que produisent les actions chimiques dans le reste du corps. Mais dans l'état habituel, lorsqu'il n'y a pas effort produit par le muscle, la chaleur engendrée par sa contraction n'est qu'une faible partie de celle qui est due aux réactions chimiques. Ce qui le prouve, c'est que, pendant le sommeil, alors que tous les muscles cessent de se contracter, la température du corps de l'homme s'abaisse d'un très-petit nombre de degrés. On observe également que, dans l'état de veille, lorsque l'homme se tient debout et qu'un grand nombre de muscles travaillent pour le maintenir dans la position verticale, la température de son corps n'est pas sensiblement plus élevée que lorsqu'il est étendu par terre et que presque tous ses muscles sont en repos.

Tant de causes diverses concourent à la production de la chaleur que l'on peut juger d'après cela de son importance dans l'économie animale. Mais est-on en droit de conclure, ainsi que l'ont fait certains physiologistes, que la chaleur engendrée dans la machine organisée peut, ainsi que cela a lieu dans les machines ordinaires, se transformer en mouvement et devenir en quelque sorte le principe déterminant de nos actions? Nous ne le croyons pas, car si nous avons vu dans l'organisme de la chaleur engendrée par le mouvement, nous n'avons jamais vu la chaleur produire le mouvement. Nous pouvons ajouter qu'il est heureux pour nous que la réciproque n'ait pas lieu dans cette circonstance, car elle nous dé-

pouillerait de notre libre arbitre, et nous forcerait à exécuter certains actes dont évidemment nous ne serions pas responsables.

Dans l'homme, le mouvement produit une partie de la chaleur nécessaire à ses fonctions vitales, et elle est destinée à suppléer à l'insuffisance de celle qui prend naissance à la suite des réactions chimiques, quand celles-ci ne sont pas capables de résister aux influences extérieures. Mais la chaleur développée dans cette circonstance est un avertissement donné à l'homme par la nature pour que ses efforts ne doivent pas dépasser une certaine limite, s'il ne veut pas compromettre sa santé et jeter du trouble dans son organisme. Ainsi, quand je parcours d'un pas lent et mesuré un espace de quelques kilomètres, la température de mon corps ne s'élève pas d'une manière sensible et je ne ressens dans mon corps aucune fatigue. Si, au contraire, je franchis le même espace avec rapidité, j'arrive au bout de ma course tout en sueur, et souvent dans un état de fatigue tel qu'il me serait impossible de continuer à marcher, encore bien que mon corps soit échauffé, et qu'il se trouve, par conséquent, dans les conditions favorables pour continuer sa marche, si c'était la chaleur qui engendrât le mouvement.

Si notre organisme présentait quelque analogie avec les mécanismes ordinaires, il y aurait un moyen bien simple de s'opposer à l'échauffement de notre corps, ce serait d'emporter avec soi un certain poids. Comme, dans ce cas, notre machine ne fonctionnerait pas à vide, mais qu'elle effectuerait un travail utile, la température du corps devrait s'abaisser, et cela d'autant plus que la charge serait plus considérable. Or, c'est le contraire qui arrive, parce qu'on est obligé de faire des efforts plus considérables, et, par conséquent, de forcer les muscles à se contracter avec plus d'énergie.

La quantité de travail qu'un homme peut produire dans un temps donné dépend de son organisation, de son état de santé, de la force avec laquelle il peut contracter ses muscles, de son aptitude au genre de travail auquel il se livre ; en un mot, d'une foule de circonstances variables avec les individus. Lorsque, par exemple, je bêche une des plates-bandes de mon jardin, j'arrive au terme de mon travail épuisé de fatigue et le corps tout en sueur, tandis que le jardinier placé à côté de moi et qui opère sur le même terrain fait le même ouvrage sans en ressentir la même fatigue, et sans que son corps paraisse en éprouver la moindre élévation de température. Cet exemple prouve bien que la quantité de chaleur dégagée dans l'organisme, ne dépend pas de la quantité de travail produit, mais bien de notre constitution, et, sous ce rapport, elle ne peut être soumise au calcul, qui ne parviendra jamais à établir de formule générale avec des données variables d'un individu à l'autre.

Quand on a cherché à évaluer la force développée par la vapeur, on a pris pour terme de comparaison, pour unité, la force d'un cheval ; mais on n'a pas tardé à reconnaître que cet unité était variable, et on a dû la remplacer par une force constante qui est celle qui serait capable d'élever le poids de 75 kilogrammes à 1 mètre de hauteur dans une seconde. De même, si on voulait évaluer la quantité de travail qu'un homme peut faire dans une journée, il faudrait connaître l'individu auquel on s'adresse, sans cela on pourrait être exposé à de terribles mécomptes.

La contraction musculaire, et par suite le mouvement qui en résulte, développent de la chaleur, parce qu'un grand nombre d'organes contribuent, chacun pour sa part, à la production de cette chaleur, utile dans certains cas à l'organisme, nuisible dans d'autres, et qui se perd en général dans le milieu où l'homme se trouve plongé. Mais il est des cas dans lesquels nous voyons la température de notre corps s'élever sans qu'on puisse assigner une cause à ce développement de chaleur. Ainsi des affections de l'âme, certaines indispositions telles que la fièvre, une inflammation locale élèvent la température du corps, et, dans ces circonstances, l'homme, au lieu de se mettre en mouvement, n'aspire, au contraire, qu'après le repos le plus absolu.

Nous voyons donc que, chez l'homme, la chaleur ne saurait être considérée comme le principe de ses mouvements, le mobile de ses actions. Il y a en lui une force supérieure au calorique, c'est la volonté qui détermine la contraction de ses muscles et par suite le développement de la chaleur. En agitant ses membres, on produit de la chaleur ; mais en échauffant d'une manière artificielle notre corps, nous ne le sollicitons pas au mouvement ; au con-

traire, nous le prédisposons au repos. Ce qui le prouve, c'est que les Européens transportés sous le climat brûlant des tropiques, perdent toute aptitude au travail. Une chaleur modérée facilite la contraction musculaire et le jeu de tous les organes, tandis qu'un froid ou une chaleur excessifs engourdissent les muscles et diminuent leur pouvoir contractile. Telle est la cause qui nécessite une température uniforme, constante et modérée dans le corps de l'homme et des animaux, pour que le jeu de leurs organes puisse s'effectuer avec facilité.

Toutes les manifestations physiques sont des formes particulières de mouvement. La lumière, la chaleur, l'électricité, le magnétisme, sont des mouvements vibratoires qui ne diffèrent entre eux que par la rapidité plus ou moins grande avec laquelle ils s'effectuent. On conçoit d'après cela comment ils peuvent se transformer les uns dans les autres. Ainsi, le mouvement vibratoire qui produit la chaleur peut fort bien se transformer en mouvement sensible, lequel, à son tour, peut se changer en mouvement vibratoire. Mais ce qu'on a plus de peine à concevoir, c'est que la vie, cette force dont nous ne connaissons pas la nature, qui préexiste en quelque sorte à l'animal, et qui contribue à lui donner la forme et le mouvement, qui veille à tout instant à sa conservation en lui faisant connaître ce qui se passe hors de lui et en lui-même, puisse éprouver de pareilles transformations, et être suppléée dans quelques-unes de ses fonctions par l'action de la chaleur. Rien dans la science ne prouve qu'une telle transformation puisse avoir lieu. Tout nous porte, au contraire, à croire que les actions chimiques qui s'accomplissent sous l'influence de la vie ont lieu par des procédés qui diffèrent complétement de ceux que nous mettons en jeu dans nos laboratoires, et que la chaleur qui se développe dans notre corps est soumise à d'autres lois que celles auxquelles elle obéit, quand elle est employée à faire mouvoir les machines employées dans l'industrie.

A plus forte raison le travail intellectuel ne saurait être considéré comme une transformation de la chaleur. Ce travail manifeste à la vérité son existence par des effets semblables à celui que produit le travail manuel. La tension du cerveau, de même que celle des muscles, donne naissance à un développement de chaleur tellement sensible qu'il n'est pas besoin de thermomètre pour le constater.

Lorsque l'homme est dans le feu de la composition, la vitesse de la circulation augmente, ses artères battent avec plus de force, la sueur inonde quelquefois son front; tout, en un mot, concourt à prouver que l'excitation nerveuse sous l'influence de laquelle il se trouve placé développe dans son corps une grande quantité de chaleur. Peut-on admettre que la pensée soit le résultat de ce dégagement de chaleur, et qu'elle sera d'autant plus puissante et féconde que ce dégagement sera plus considérable? Nous ne le croyons pas, et nous allons donner de ces faits une interprétation physique qui nous semble plus rationnelle. La tension du système nerveux, et, en particulier, de la masse encéphalique, produit une sorte de paralysie du nerf grand sympathique. Les fonctions de nutrition sont ralenties, mais, en même temps, il se produit une dilatation des vaisseaux sanguins et par suite un afflux plus considérable du sang qui se répand en plus grande abondance dans toute l'économie et y propage la chaleur nécessaire pour faciliter le jeu des organes, en ne laissant à l'esprit d'autre préoccupation que celle qui résulte du sujet de ses méditations. La chaleur dont on ressent les effets pendant que le cerveau est à l'œuvre facilite le travail de la pensée, mais n'intervient aucunement dans la conception et la création des œuvres de l'intelligence.

Ce qui semble confirmer notre manière de voir au sujet de la suractivité circulatoire qui accompagne le travail intellectuel, ce sont les effets qui sont la conséquence de ce travail, lorsqu'il est trop prolongé. On ressent alors une lourdeur, un embarras dans la tête qui ne peut provenir que d'un flux de sang vers cet organe, et si, malgré cet avertissement, on continue ce travail au delà d'une certaine limite, il n'est pas rare de voir se produire des congestions cérébrales, des apoplexies, qui ne doivent leur origine qu'à une tension du cerveau trop longtemps prolongée.

Mais quittons ces sentiers obscurs que la science n'est pas encore parvenue à éclairer, et revenons à notre mémoire qui a pour but d'établir que l'agent principal de la calorification réside dans le sang et que cet agent est le globule sanguin, et que les autres causes de calorification que nous avons signalées peuvent faire défaut sans que la température du corps de l'animal s'abaisse d'une manière sensible. Considérons, en effet, l'homme placé sous l'in-

fluence d'une fièvre pernicieuse : il est couché dans son lit, tous ses membres sont dans un état de repos absolu ; il ne prend aucune nourriture, et, par conséquent, le mouvement nutritif de ses organes se trouve suspendu ; il est, en un mot, dans des conditions telles que le refroidissement de son corps semblerait devoir se produire, et cependant sa température s'élève d'une manière notable, la circulation s'accélère et son pouls bat avec plus de fréquence et de force. A quoi donc attribuer ces effets, sinon à la vitalité des globules sanguins, laquelle se maintient intacte au milieu des causes morbides qui ont envahi l'organisme et à l'influence desquels ils cherchent à se soustraire?

Nous conclurons donc en disant que le sang, *cette chair coulante,* comme l'appellent les anciens physiologistes, doit être considéré comme le siége principal de la calorification animale, parce qu'il est le lieu où trouvent à vivre et à se développer les globules hématiques qui, pendant tout le cours de leur existence, produisent les réactions les plus diverses, phénomènes de combinaison et de décomposition, phénomènes de combustion et de condensation, et qu'ils agissent en un mot comme les globules de ferment que nous avons vus produire des actions semblables.

Ces transformations de la matière, opérées par des êtres vivants au sein de l'organisme, commencent à être acceptées par les physiologistes qui ont reconnu que les modifications qu'éprouvent les aliments dans l'estomac sont dues à une substance de l'ordre des ferments, et à laquelle ils ont donné le nom de pepsine. Ils ont vu également que l'amidon se change en glycose sous l'influence d'une substance animale qui a la plus grande analogie avec la diastase. On est donc pleinement entré dans la voie qui, selon nous, doit conduire à l'interprétation rationnelle des modifications apportées à chaque instant dans l'économie par l'intermédiaire d'agents dont on avait jusqu'ici méconnu la nature.

Au reste, ces nouvelles idées ont été adoptées par notre célèbre physiologiste M. Claude Bernard, qui, dans ses *Leçons de physiologie générale*, s'énonce ainsi : « Les expériences m'ont appris que la constitution chimique du sang ne permet pas, en général, les combinaisons métalliques par double décomposition, mais qu'elle est éminemment favorable au développement des fermentations, ainsi qu'à toutes les actions chimiques que l'on comprenait autrefois sous le nom de phénomènes catalytiques. »

Nous avons cherché à démontrer dans notre mémoire l'exactitude de ces paroles en faisant voir qu'en effet la fermentation alcoolique s'établit dans le sang ; que cette fermentation donne naissance à un liquide éminemment combustible, à de l'alcool, qui, en brûlant, dégage une partie de la chaleur nécessaire à l'entretien de la vie ; que le globule sanguin qui jouit de la propriété de déterminer cette fermentation et cette combustion possède également la faculté de donner naissance aux divers matériaux qui entrent dans la constitution des organes, et que, d'après le rôle important qu'il est appelé à jouer dans presque tous les phénomènes vitaux, on doit regarder son existence et son intégrité comme essentielles à la vie.

SUR

LES FACHEUX EFFETS DE L'EMPLOI DE L'ARSENIC DANS LA FABRICATION DE CERTAINES COULEURS VERTES.

Par Frank W. Draper, M. D. (1)

Tout le monde sait que l'arsenic est un poison mortel. Son nom éveille toujours dans notre esprit l'idée d'une action vénéneuse dont l'énergie n'est égalée que par un petit nombre des agents de destruction dont nous disposons. Si, dans certains cas, la médecine trouve dans l'arsenic un utile remède, son emploi est alors soumis aux plus minutieuses précautions et on ne l'administre qu'à la dose de quelques milligrammes. Employé comme poison, les hommes ont trouvé en lui un agent rapide et subtil, se prêtant admirablement à

(1) Tiré du troisième rapport annuel de la commission de santé de Massachussets.

l'accomplissement de leurs projets criminels, et il a été souvent employé avec efficacité comme moyen de suicide. En raison de ces dangereuses propriétés, on a introduit dans la loi de sages et prudentes dispositions qui règlent et limitent la vente de ce produit par les pharmaciens, droguistes et autres, cherchant par là à protéger autant que possible l'humanité des accidents qui pourraient résulter de sa vente à discrétion.

Cette connaissance générale des dangereuses propriétés de l'arsenic et les mesures prises pour empêcher le plus possible les fâcheux résultats de son emploi, contrastent singulièrement avec l'usage illimité qu'on en fait dans certaines industries et dans la fabrication de certains articles régardés par beaucoup de personnes comme inoffensifs. Il est largement employé dans la fabrication de certaines couleurs ; nous le trouvons dans les papiers de tenture qui ornent nos habitations, dans les vêtements que nous portons et dans une foule d'autres objets où nous sommes loin de soupçonner sa présence, ou, si nous en sommes avertis, de la croire aucunement dangereuse.

Nous nous proposons dans ce mémoire d'indiquer sous quelles formes l'arsenic se présente journellement à nous, et de rechercher quels sont les effets fâcheux qui peuvent résulter de cet emploi journalier d'une substance toxique.

Ce ne sont pas nos propres recherches que nous allons exposer ici. A diverses époques de ce siècle, les hommes de science ont appelé l'attention sur ce sujet ; ils ont souvent signalé le danger tel qu'ils le voyaient et ont à diverses reprises réclamé sérieusement des mesures légales de restriction ou de prohibition. Dès 1740, l'emploi des couleurs arsenicales était interdit en France à certaines industries, et depuis lors on a plusieurs fois tenté de régler légalement le commerce de ces substances. Ces avertissements et ces règlements n'ont cependant pas été complétement efficaces, et la question qui nous occupe est encore aujourd'hui considérée comme digne du plus grand intérêt au point de vue de la santé publique ; en outre, les nouvelles applications que reçoivent les composés arsenicaux justifient de nouvelles recherches.

Abstraction faite de l'usage qu'on en fait en médecine, l'arsenic est employé surtout dans la fabrication de certaines couleurs vertes. Il entre dans la composition de deux de ces couleurs l'arsénite de cuivre ou vert de Scheele, et l'acéto-arsénite de cuivre ou vert de Schweinfurt, ainsi appelé du nom de la ville où on le fabrique en grande quantité. Ces deux substances reçoivent en outre des noms communs : les ouvriers les connaissent sous le nom de vert émeraude, de vert minéral, ou même (quoique cette dénomination soit erronée) de vert de Vienne ou de Brunswick. En France, on les désigne sous le nom de vert anglais. Le vert de Scheele contient 55 pour 100 d'acide arsénieux ou arsenic blanc ; c'est-à-dire plus de la moitié de son poids ; le vert de Schweinfurt est encore plus riche en cet acide : il en contient 58 pour 100.

Ces deux composés forment un vert très-brillant et très-solide à la lumière. Il est d'une teinte plus claire et plus pure que celle des autres verts artificiels, et par suite il est plus agréable à l'œil.

Les matières premières de la fabrication de ces couleurs sont relativement peu coûteuses, et les procédés de fabrication faciles et peu compliqués. C'est ce qui leur a toujours fait donner la préférence par les fabricants et le public en général. Elles ont été et sont encore l'objet d'un commerce étendu et lucratif, et leur fabrication ainsi que leurs applications occupent de nombreux ouvriers. Leur emploi à Paris dans la fabrication des papiers peints et des fleurs artificielles était si important que, lorsqu'on agita la question de savoir s'il serait pratique de défendre l'usage de l'arsenic à ces industries, plusieurs manufacturiers protestèrent, déclarant qu'un tel édit entraînerait la suspension complète de leur fabrication. En 1860, un fabricant de papiers de tenture en Angleterre déclara qu'il employait par semaine 2 tonnes d'arsenic (1), et on a calculé que la quantité de vert d'arsenic fabriqué en Angleterre s'est élevée en 1862 à 500-700 tonnes (2).

Il ne faudrait pas conclure de là que toutes les couleurs vertes dont on se sert contiennent

---

(1) Taylor, *On poisons*, p. 430.

(2) *Fifth report of Medical Officer of the Privy Council*, 1863, p. 129.

de l'arsenic. Un grand nombre des matières colorantes employées dans la teinture, la peinture et l'impression, sont composées d'autres ingrédients pour la plupart inoffensifs. Il n'est pas toujours facile de distinguer ces matières colorantes par leur aspect physique, mais on y arrive toujours aisément au moyen des réactifs chimiques. On met la matière verte suspecte en digestion dans de l'ammoniaque; si elle est formée d'arsénite de cuivre, le liquide prend une couleur bleue due à la dissolution de l'oxyde de cuivre dans l'alcali. Si on veut pousser plus loin l'essai, on verse sur des cristaux de nitrate d'argent un peu de la solution bleue ammoniacale ; il se forme alors sur ces cristaux un dépôt jaune d'arsénite d'argent.

Les deux verts d'arsenic sont des poisons dont l'intensité d'action diffère peu de celle de l'acide arsénieux. Ingérés dans l'estomac, ils donnent lieu aux mêmes symptômes et réclament les mêmes antidotes. La combinaison du cuivre avec l'acide arsénieux ne sert qu'à atténuer les propriétés vénéneuses de ce corps sans paralyser son action. Le vert d'arsenic a été employé dans des cas de suicide. En 1849, une petite fille de douze ans, employée à la fabrication des fleurs artificielles, fut atteinte d'un dégoût de la vie, remarquable à cet âge ; elle avala une forte dose de la poudre verte qui servait à son travail ; les symptômes d'un empoisonnement par l'arsenic ne tardèrent pas à se déclarer, et, malgré l'emploi de remèdes énergiques, elle mourut au bout de quelques heures.

Telles sont les propriétés des verts d'arsenic. Il nous reste à étudier les formes sous lesquelles ils se présentent à nous et les dangers que peut occasionner leur emploi.

I.

FLEURS ARTIFICIELLES ET AUTRES ARTICLES D'HABILLEMENT.

La fabrication des fleurs artificielles est une industrie étendue et importante tant en Angleterre que sur le continent, et dans quelques-unes de ses branches on fait un très-grand emploi des couleurs arsenicales. C'est à l'emploi du vert d'arsenic que les gazons et feuillages artificiels doivent ces teintes si délicates et si brillantes qui imitent de si près la nature et peuvent faire valoir artistiquement les fleurs naturelles avec lesquelles on les combine.

Le procédé de fabrication est des plus simples. En général, on découpe les feuilles dans un tissu préalablement coloré. La matière colorante consiste en un mélange intime de vert d'arsenic, d'eau froide et d'amidon, de gomme arabique ou de toute autre matière destinée à donner de la consistance au mélange et à déterminer son adhésion sur le tissu. Souvent on brasse cette composition à la main. Lorsqu'elle est prête, l'ouvrier en prend une certaine quantité entre ses doigts et l'étend sur le calicot ou la mousseline ; il frotte ensuite et comprime le tissu entre les mains jusqu'à ce qu'il soit uniformément coloré, et le résultat est d'autant meilleur que cette opération a duré plus de temps. On fait ensuite sécher le tissu sur un cadre.

Dans la pratique de ce procédé, les mains, les bras, et souvent aussi la figure de l'opérateur se trouvent souillés de la matière colorante. On observera aussi que la couleur n'est que légèrement fixée sur le tissu, puisqu'on n'a pas employé de mordant.

Dans les opérations subséquentes, qui consistent à découper, mouler, ombrer et enfin monter les feuilles, il s'en détache une plus ou moins grande quantité de vert d'arsenic qui se répand dans l'atmosphère des ateliers de fabrication. Cette dispersion de la poudre colorante est encore favorisée par certains procédés employés à donner du fini aux feuilles ; par exemple, celui qui consiste à tremper les feuilles dans de la cire fondue et à répandre ensuite sur leur surface la poudre verte au moyen d'une boîte percée de trous. Pendant ces opérations, l'ouvrier est exposé aux effets des particules de matière arsenicale en suspension dans l'air. En résumé, toutes les manipulations contribuent à détacher la matière arsenicale du tissu. Cette matière, en fines particules, se trouve alors respirée par les ouvriers, et l'emploi de masques ou de linges placés sur la bouche et les narines ne suffit pas toujours à les garantir. Cette poussière s'attache aux vêtements et se fixe sur la peau humide, et les risques d'accidents sont encore augmentés par ce fait que les ouvriers prennent parfois leurs repas sans s'être assez complétement nettoyé les mains.

La quantité d'arsenic que peuvent contenir les feuilles ainsi préparées est quelque chose de presque incroyable. Hofmann a trouvé dans une branche de 12 feuilles 0gr.647 d'arsenic

pur. Une dame peut donc sans s'en douter emporter à une soirée dans les ornements de sa coiffure assez d'arsenic pour s'empoisonner, elle et plusieurs autres invités.

Les accidents auxquels sont exposés ceux qui font usage de ces feuilles, aussi bien que ceux qui travaillent à leur fabrication, ont été souvent l'objet d'études sérieuses. En France, en Allemagne et en Angleterre, des hommes de science intelligents et impartiaux n'hésitent pas à déclarer qu'il y a un danger réel à rester exposé aux émanations de tels produits, et l'on cite à l'appui des accidents nombreux et même des cas de mort. Dans un rapport fait en 1859 sur les accidents que détermine chez les fleuristes de Paris l'emploi des verts d'arsenic, M. Vernois signale de nombreuses affections qui peuvent être attribuées à l'usage de l'arsenic. Parmi ces maladies, on remarque diverses éruptions cutanées se présentant tantôt sous une forme papulaire, tantôt sous la forme vésiculaire, se réduisant parfois à une simple rougeur (érythème), et d'autres fois amenant des ulcères et même la gangrène.

Les parties affectées sont d'ordinaire celles qui sont le plus exposées à l'action irritante du poison ; par exemple, la figure et les mains ; ces dernières présentent surtout des ulcères aux endroits où la couleur a pénétré dans des coupures ou des écorchures. A ces symptômes extérieurs viennent se joindre la perte de l'appétit, des nausées, des coliques, des maux de tête continuels, la pâleur et l'épuisement. A la même époque, le docteur Hassal, en Angleterre, écrivait ce qui suit dans la relation d'une de ses visites à une fabrique de fleurs, à Londres :

« Il y avait là, dans la même chambre, deux hommes, huit femmes et deux jeunes garçons, tous dans un état déplorable et tous atteints des mêmes affections. Tous avaient des ulcères : les femmes derrière le cou, sur les côtés du nez et aux mains ; ils avaient aussi les yeux malades et étaient affectés d'écoulement nasal. Leur santé était atteinte à ce point que, de temps en temps, ils étaient obligés d'abandonner leur travail et de rester chez eux. »

En 1861, le docteur Hiller fit une enquête sur la condition des fleuristes de Londres : « Ils sont atteints, dit-il, d'inflammation chronique de l'estomac et des intestins, d'irritation des yeux, d'une grande faiblesse et de prostration ; en outre, ils souffrent d'irritation locale de la peau des mains, du cou et même du crâne, irritation qui se manifeste sur toutes les parties qui sont restées en contact prolongé avec la poudre arsenicale. Quelques ouvriers déclarèrent qu'ils étaient malades tant qu'ils travaillaient avec cette poudre. »

Mais, outre ces symptômes bien reconnus d'un état morbide chronique chez ceux qui travaillent continuellement avec le vert d'émeraude, il se présente aussi des effets plus sérieux, des cas de mort, par exemple, chez des personnes de nature plus sensible aux effets du poison. Le fait suivant en est un exemple : En 1861, une jeune fille de dix-neuf ans, qui, depuis dix-huit mois, avait été constamment employée à la fabrication des fleurs artificielles au moyen du vert d'arsenic, mourut à Londres avec tous les symptômes de l'empoisonnement chronique par l'arsenic. Dans ses derniers moments, ses souffrances devinrent beaucoup plus intenses. L'autopsie mit hors de doute la présence de l'arsenic dans les organes internes.

Ces cas exceptionnels sont, il est vrai, en très-petit nombre en comparaison des cas d'accidents moins sérieux que les ouvriers fleuristes eux-mêmes reconnaissent comme inhérents à leur profession. Cela s'explique en partie par ce fait qu'en supposant les cas de mort plus fréquents qu'on ne l'admet, la mort peut facilement être attribuée à d'autres causes. D'un autre côté, il est probable que les personnes exposées à l'influence du poison cessent ce travail longtemps avant que les symptômes soient assez sérieux pour faire craindre un événement fatal.

Mais ce n'est pas seulement aux ouvriers employés à la fabrication des fleurs artificielles que l'usage des couleurs arsenicales est pernicieux, et, dans bien des cas, on en voit souffrir ceux qui portent ces fleurs ou ceux qui, comme les marchands fleuristes et les modistes, les manient continuellement.

On cite un commis qui était atteint de vertige, de maux de tête, de nausées et de toux, chaque fois qu'il ouvrait ou maniait des paquets de feuilles artificielles. On cite encore une dame qui, toutes les fois qu'elle portait à une soirée une guirlande de feuilles et de fleurs artificielles, était atteinte ensuite d'une douloureuse éruption sur les épaules. Dans deux autres cas, une sorte d'érysipèle du front put être attribuée à la même cause. Les médecins des

grands hôpitaux de Londres déclarent eux-mêmes qu'ils rencontrent souvent des cas d'inflammation d'yeux et d'éruptions défigurantes qui, selon eux, résultent de l'usage des feuilles au vert d'arsenic.

Naturellement, on ne tient note que des cas bien définis et bien marqués, et nous pouvons en conclure que le nombre réel des accidents est beaucoup plus considérable qu'on ne l'admet. On peut bien supposer, par exemple, que la proverbiale faiblesse de santé des modistes tient en grande partie à ce contact des fleurs préparées à l'arsenic, cause à laquelle viennent naturellement s'ajouter l'excès de travail, la mauvaise ventilation des ateliers et l'insuffisance d'exercice physique. Il est déjà certainement assez malsain de vivre dans une atmosphère viciée par la respiration, mais ce n'est certes pas l'introduction dans cette atmosphère d'une quantité quelque petite qu'elle soit d'oxyde de cuivre et d'acide arsénieux qui la rendra plus pure et plus saine à respirer.

A ce chapitre se rattache l'emploi de l'arsenic dans la fabrication d'autres articles d'habillement ; par exemple, dans celle de la tarlatane, sorte de tissu léger ressemblant à la mousseline. Le vert minéral qui sert à colorer cette étoffe se recommande par sa teinte brillante et la façon dont il supporte la lumière artificielle ; aussi la tarlatane a-t-elle une grande vogue. On en vend une grande quantité pour la confection des vêtements, et les modistes l'emploient beaucoup. On sait cependant dans le public que cet article contient un vert arsenical.

La couleur n'est fixée sur ce tissu qu'avec de la colle de pâte ou de l'amidon, de sorte que, lorsqu'on le déchire, il s'en dégage un nuage de poussière verte ; la moindre agitation suffit à détacher cette poudre et à la répandre dans l'air avoisinant. On conçoit donc aisément qu'une femme couverte d'un de ces vêtements coûteux qu'impose la mode puisse dans certaines circonstances développer autour d'elle-même un nuage de substance délétère, sans se douter à quels accidents elle s'expose, elle et ceux qui l'entourent.

Les tarlatanes au vert d'arsenic contiennent environ la moitié de leur poids de matière colorante. Dans un échantillon que nous nous étions procuré dans un magasin de détail de Boston, M. le professeur W. Ripley Nichols a trouvé $5^{gr}.7$ d'acide arsénieux par mètre carré d'étoffe. Une robe de grandeur ordinaire contiendrait ainsi, à un faible état d'adhérence, une centaine de grammes d'arsenic pur.

Il est peu probable que l'usage accidentel d'un vêtement confectionné avec une telle étoffe puisse avoir de sérieux résultats soit pour celle qui le porte, soit pour ceux qui l'entourent. En effet, l'influence n'est pas directe et ne dure qu'un temps très-court. Cependant, il y a de nombreux exemples d'accidents arrivés aux personnes employées à faire des robes avec la tarlatane. Dans un cas cité par M. Chevalier, cinq couturières furent plus ou moins sérieusement atteintes. Il y a deux ans, un cas semblable se présenta en France, où l'emploi des verts d'arsenic est défendu par la loi ; et on trouva que le vêtement renfermait près de 240 grammes d'arsenic. A Hambourg, on devait donner un nouveau ballet, et les danseuses qui représentaient les nymphes de la mer étaient vêtues de tarlatane verte. Ces vêtements « coûtèrent presque la vie » à celles qui les portèrent et à celles qui les avaient confectionnées. L'étoffe contenait tant d'arsenic que toutes ces personnes furent plus ou moins empoisonnées.

La même chose se présenta à Boston en 1869, et nous tenons les détails d'une des personnes affectées. Quatre couturières qui travaillaient à des robes de bal en tarlatane verte furent simultanément atteintes d'un mal commun. Elles avaient les mains et la figure gonflées, et une éruption de boutons sur le dos des mains et autour des narines ; il y avait aussi écoulement nasal et lacrymal. A ces accidents locaux venaient se joindre des maux de tête, de la lassitude et une sensation de malaise général. Ces symptômes se déclarant chez des personnes en bonne santé, et, à l'exception d'une, affectant toutes celles qui travaillaient aux robes vertes, elles ne doutèrent pas un instant que le tissu arsenical n'en fût la cause. Les accidents disparurent dès qu'elles abandonnèrent ce travail.

II.

BONBONS, ORNEMENTS DE PATISSERIE ET JOUETS.

Il faudrait être d'une perversité inouïe pour introduire à dessein dans des substances alimentaires un poison aussi violent que l'arsenic. Aussi est-ce sans doute par ignorance des propriétés du vert de Schweinfurt que beaucoup de confiseurs se sont servis de cette matière colorante pour donner à leurs produits un aspect des plus séduisants, mais aussi des plus perfides. Il n'y a pas de doute que toutes les couleurs que l'on emploie pour donner au sucre les teintes si variées sous lesquelles on nous le présente devraient être soumises à un examen approfondi, et que beaucoup d'entre elles devraient être proscrites sans rémission en raison des fâcheux accidents qu'elles déterminent nécessairement, en particulier chez les enfants. Il n'est besoin d'aucune preuve pour démontrer quels devront être les résultats de l'ingestion, même en minime quantité, d'une substance qui contient la moitié de son poids d'arsenic pur, et un simple mot d'avertissement devrait suffir pour bannir de l'étalage des confiseurs ces poisons à enveloppe sucrée.

On doit se féliciter de ce qu'en raison des sévéres règlements mis en vigueur dans d'autres pays et du plus grand degré d'instruction que le public a atteint dans ces sortes de choses, les accidents provenant de l'emploi des couleurs métalliques dans la confiserie sont devenus comparativement rares. De nombreuses et terribles expériences dans le passé, expériences dont les enfants surtout étaient les victimes, ont porté leur fruit, et on aurait probablement de la peine aujourd'hui à trouver des bonbons dans lesquels le vert d'arsenic ait été introduit avec connaissance de cause. Il serait à souhaiter pour la société que l'expérience nous eût appris à nous montrer aussi prudents pour les autres applications des couleurs d'arsenic.

On voit cependant de temps en temps des accidents occasionnés par les ornements dont les pâtissiers parent leurs gâteaux et qui ne sont pas destinés à être mangés. Ces ornements contiennent souvent une effrayante proportion de vert émeraude. Ces sortes d'accidents arrivent le plus souvent à des enfants qui, séduits par la couleur et l'aspect saccharin de ces couleurs, les mangent tout comme le reste. On cite de nombreux cas de ce genre. Dans un de ces cas, deux enfants faillirent mourir pour avoir mangé un morceau de sucre coloré en vert, qui contenait presque 25 pour 100 d'arsenic. Le docteur Fergus cite encore l'empoisonnement de trois enfants avec tous les symptômes révélateurs de l'ingestion de l'arsenic. En 1857, à Édinburgh, dix-huit personnes et un nfant devinrent sérieusement malades après avoir mangé un de ces ornements; l'enfant même en mourut.

L'ingénuité des marchands se déploie souvent dans la manière unique dont ils présentent les triomphes de leur art. M. Chevalier rapporte qu'à un grand dîner, à Paris, on remarquait une tête de porc décorée de la façon la plus étrange. L'ornement était composé de masses de graisses colorées alternativement en rouge et en vert, et disposées de manière à produire un effet tout à fait artistique. Un des convives, familier avec la chimie, fut frappé de la richesse de la couleur verte et en mit un peu de côté pour l'analyser; il trouva que la matière grasse contenait environ 2 pour 100 de son poids de vert de Scheele pur. Il paraît que le garçon charcutier s'était procuré la matière colorante dans une boutique voisine, en dépit des réglements qui en défendent la vente.

Les jouets d'enfants sont encore un véhicule facilitant l'introduction dans l'économie de ces couleurs vénéneuses et la production de beaucoup d'accidents. La plupart des jouets de bois, de couleur verte, sont peints avec du vert de Schweinfurt appliqué seulement à l'eau, tandis qu'on devrait assurer l'adhérence de la couleur au moyen d'huile ou de vernis; et on voit de suite tout le mal qui peut en résulter si l'on se rappelle l'habitude instinctive qu'ont les enfants de porter à leur bouche tout ce qui leur tombe sous la main. En outre, les mains des enfants sont toujours humides et cette humidité suffit à détacher la couleur légérement retenue sur l'objet. Une fois leurs doigts ainsi tachés, ils les portent à leur figure et aussi bien dans leur bouche que partout ailleurs. Cette coutume de colorer les jouets au moyen de couleur métallique est d'autant plus répréhensible qu'il n'est nullement nécessaire de les peindre et que, si on y tient absolument, on peut se servir de couleurs végétales. Chevalier cite deux cas d'empoisonnement aigu dans ces conditions, et il ajoute : « Il est surprenant

que d'autres cas n'aient pas été portés à la connaissance du public, puisque l'on voit si souvent les enfants s'amuser avec ces jouets à bon marché, les mains toutes teintes de jaune, de rouge et de vert. »

Les boîtes de couleurs qu'il est d'usage de donner aux enfants contiennent généralement deux tablettes de couleur verte, l'une foncée, l'autre claire; cette dernière est composée de vert d'arsenic. Dans une tablette de ce genre pesant 2gr.48, M. A.-H. Pearson, du laboratoire de l'Institut technologique de Massachussets, a trouvé 0gr.57 d'arsenic. En se servant de ces peintures, les enfants portent le pinceau à leur bouche pour l'imbiber de salive afin de prendre de la couleur, et bien souvent la matière colorante se trouve ainsi mise en contact avec la langue. Il est étonnant que ces peintures ne causent pas plus d'accidents, parce que les tablettes vertes ne sont pas les seules dangereuses, les autres aussi contiennent des ingrédients évidemment vénéneux. Ne doit-on pas penser qu'il est presque criminel de la part des fabricants de répandre une couleur contenant une si forte proportion d'un des poisons les plus irritants?

Il est arrivé à des enfants, trop jeunes pour connaître la nature de ces tablettes et la manière de s'en servir, d'en manger des morceaux et de se rendre ainsi dangereusement malades. Un cas de cette espèce a été signalé en 1859 par le docteur Rose; l'enfant n'avait avalé qu'un petit morceau de couleur verte; au bout d'une heure, il devint froid, le pouls cessa de battre et il tomba dans un état de prostration complète; ce n'est que par une application énergique des antidotes de l'arsenic que l'on put lui sauver la vie. Chevalier cite trois cas complétement analogues au précédent.

III.

On emploie quelquefois les couleurs arsenicales pour peindre l'intérieur des maisons, et cette application mérite que nous en disions quelques mots. Les accidents provenant de cette cause sont comparativement rares en Amérique, où le bon goût et la mode prescrivent pour la décoration des maisons l'emploi du blanc de plomb. Dans quelques parties de l'Europe, cependant, le vert minéral est assez employé à cet usage pour qu'on ait jugé convenable d'en faire le sujet d'une enquête. M. Kirchgæsser, de Coblentz, a publié, en 1867, les résultats de ses recherches sur ce sujet; il indique dans son rapport les accidents qui peuvent résulter du séjour dans des chambres dont les murs sont peints au vert anglais. Les symptômes qui se déclarent dans ce cas sont ceux de l'empoisonnement chronique par l'arsenic; ils sont identiques avec ceux que déterminent les émanations arsenicales provenant des autres sources; les plus caractéristiques de ces symptômes sont une excessive faiblesse, des douleurs intermittentes, le froid aux extrémités des membres, un aspect livide et quelquefois l'apparition de taches brunes sur la peau.

Le docteur Lorinser affirme aussi que l'empoisonnement arsenical chronique peut résulter de l'habitation de chambres peintes en vert; il cite à l'appui de cette assertion beaucoup de cas tirés de sa pratique.

L'exemple suivant montre combien il peut être dangereux d'employer à la légère les verts d'arsenic. Ce cas est très-naturel chez nous où on peint souvent les planches et étagères. Un chimiste anglais des plus distingués, M. le professeur Taylor, en examinant un jour le pain qui lui était servi à déjeuner, observa sur la croûte de dessous des taches et des lignes vertes ayant assez l'aspect de moisissures. Ayant gratté une certaine quantité de cette substance, il la trouva composée de vert de Scheele, contenant environ 50 pour 100 d'arsenic; il y en avait assez sur le pain pour tuer un enfant. En prenant des informations, il apprit que le boulanger qui avait vendu le pain venait de faire décorer à neuf sa boutique et qu'il avait fait peindre en vert huit longues planches d'étagère capables de supporter quelques centaines de pains. Un certain nombre de pains examinés successivement furent trouvés tous maculés. On les avait placés encore chauds sur les planches et ils avaient absorbé une certaine quantité de la couleur fraîchement appliquée. « Le boulanger affirma ne pas savoir que la peinture contenait de l'arsenic; mais le peintre, appelé à son tour, prit la chose plus froidement et plus professionnellement : il dit qu'il était impossible d'obtenir un bon vert sans arsenic; que, d'ailleurs, il se servait de cette couleur depuis des années et qu'il n'avait jamais entendu dire

que personne en fût mort. » L'auteur ajoute : « Il est facile de concevoir qu'un accident de cette sorte, s'il passait inaperçu, pourrait avoir de fâcheux résultats et même provoquer des soupçons erronés. »

Un cas analogue s'est présenté à Vienne. Une famille entière devint gravement malade pour avoir mangé des fraises qui étaient restées quelques heures dans une boîte en bois peinte en vert à l'intérieur. L'analyse démontra que la peinture avait pour base l'arsénite de cuivre.

IV.

Tout le monde connaît ce papier vert brillant que l'on emploie en si grande quantité dans la confection des boîtes de carton, des abat-jour, des étiquettes, des billets et de beaucoup d'autres objets, et qui sert si souvent à envelopper certaines marchandises. La teinte brillante de ce papier, sous toutes les formes sous lesquelles il se présente à nous, est due à la présence de l'arsénite de cuivre, et il contient une forte proportion de cette substance délétère.

Les accidents qui peuvent résulter de cette application des couleurs arsenicales sont, comme on le verra aisément, d'une nature tout à fait aiguë et proviennent du danger qu'il y a, surtout pour les enfants, d'avaler le poison de la manière que nous avons indiquée pour les jouets. En France, on a fait grande attention à cette question, et il y est défendu de se servir de papier au vert d'arsenic pour envelopper les matières alimentaires, les articles de confiserie et autres objets de cette sorte. Dans son instruction à ses subordonnés, le préfet de police de Paris comprend dans cette interdiction les sacs, enveloppes, boîtes ou étiquettes employés par les marchands de substances alimentaires quelles qu'elles soient.

Une proscription aussi radicale semblera certainement impraticable aux États-Unis ; mais elle montre quelle grande importance on attache à ce sujet dans d'autres pays.

L'observateur le plus superficiel reconnaîtra certainement l'emploi général et sous un grand nombre de formes que l'on fait du papier en question, et quand l'œil s'est habitué à une teinte particulière et la recherche, il est surprenant de voir combien d'applications variées reçoit le papier qui présente cette teinte favorite. Il ne sera donc pas inutile de signaler en quelques mots les dangers que peut présenter son emploi et de citer quelques exemples à l'appui.

L'usage le plus répréhensible que l'on puisse faire de ce papier est peut-être de s'en servir, comme on ne le fait maintenant que trop souvent, pour envelopper des articles de confiserie, chocolat et autres. Un des premiers confiseurs de Boston étale à sa devanture et sur les rayons de son magasin, au milieu d'autres produits de sa fabrication, des paquets de pastilles enveloppées dans ce brillant papier vert, et il n'est pas le seul qui suive cette méthode. Les enfants, facilement séduits par l'éclat de la teinte, choisissent de préférence cette sorte de sucrerie, et lorsqu'ils n'avalent pas avec les bonbons la moitié du papier, ils sont toujours poussés, par cette sorte d'instinct inné en eux, à le porter à leur bouche. Chevalier cite le cas d'un enfant qui fut ainsi empoisonné par un morceau de papier vert. Sa mère lui avait donné un morceau de chocolat, et, par mesure de propreté, elle en avait entouré le bout d'une partie du papier dans lequel la tablette était enveloppée. En suçant le chocolat, l'enfant suça aussi le papier et avala une partie de la couleur, ce qui le rendit si malade qu'il faillit en mourir.

Un accident comme celui que nous allons relater pourra affecter une personne aussi sensible que celle dont il s'agit, toutes les fois que l'on fera grand usage d'étiquettes colorées au vert d'arsenic :

« Une dame avait acheté une provision de prunes dont elle fit cuire une partie. Après avoir mangé de ces prunes, elle fut prise de vomissements qui durèrent plusieurs heures. Ne soupçonnant pas la cause de son malaise, elle reprit des prunes, et les symptômes se reproduisirent. En cherchant alors d'où provenait cette indisposition, on s'aperçut que plusieurs des prunes étaient tachées de vert. Les fruits furent reportés chez le marchand, et il reconnut que la couleur provenait d'une étiquette verte qui avait été posée dessus. Les prunes étant humides avaient détaché une partie de la couleur du carton. Cette couleur n'était autre que du vert de Scheele. »

Le cas suivant pourrait aussi se reproduire très-facilement :

« Un horloger était atteint d'une ulcération très-irritante et très-désagréable de la muqueuse de la bouche. La démangeaison était presque intolérable ; le soir, elle augmentait encore : les lèvres se gonflaient et devenaient si sensibles que le malheureux pouvait à peine manger ou parler. En travaillant le soir, il avait l'habitude de s'éclairer au moyen d'un bec de gaz muni d'un abat-jour en carton vert. Ce carton fut analysé et on trouva qu'il était coloré avec du vert de Schweinfurt (acéto-arsénite de cuivre). On pensa donc que la chaleur du gaz avait décomposé une partie du composé arsenical en produisant une odeur caractéristique et déterminant chez l'horloger ces accidents aigus. Ayant cessé de se servir de l'abat-jour en question, il ne tarda pas à être guéri. »

En 1861, le cas suivant se produisit à Boston et fut relaté dans les *Annales* d'une des Sociétés médicales de cette ville : Un jeune enfant, en jouant avec un billet de concert de couleur verte, le porta à sa bouche, et détacha et avala une partie de la couleur. De violents accidents en résultèrent. Un billet semblable fut analysé par le docteur C.-T. Jackson : il contenait environ 13 centigrammes d'arsenic pur.

V.

PAPIERS DE TENTURE.

Quelque importants que soient les accidents produits par les différents objets dont nous venons de parler, on semble toujours y avoir fait moins attention qu'à ceux qui peuvent résulter de l'emploi des papiers de tenture au vert d'arsenic. Depuis que le professeur Gmelin, de Heidelberg, a annoncé, en 1843, qu'il considérait comme dangereux d'habiter une chambre dont les murs étaient tapissés de papier vert, cette question a été le sujet de nombreuses études. En Allemagne, en France, en Angleterre, en Amérique, les autorités scientifiques ont considéré cette question comme éminemment digne d'être examinée avec soin, et l'unanimité de leurs conclusions ne permet guère de douter des accidents qui peuvent résulter de l'emploi des papiers de tenture à l'arsenic. D'autres observateurs, en petit nombre, du reste, qui sont arrivés à des conclusions contraires, semblent avoir raisonné à faux ou avoir montré de la partialité dans leur travail.

Les avertissements précis publiés par les médecins il y a quelques années avaient pour un temps fait rejeter un peu les papiers au vert d'arsenic. Mais la mode est capricieuse et ne tient pas longtemps compte des assertions de la science. Le public a oublié les expériences d'il y a dix ans, et les papiers de tenture vénéneux étalent de nouveau dans les boutiques les séductions de leur couleur, de leurs dessins et de leur éclat.

Dans tous les magasins que nous avons visités, nous avons pu nous procurer des échantillons de papier dans lesquels l'analyse décelait une plus ou moins grande quantité d'arsenic.

Ce renouvellement d'une coutume qui avait été si généralement condamnée justifie une nouvelle étude de la question. Il est de la plus haute importance pour la société de savoir que l'emploi de papiers de tenture de telle ou telle couleur peut compromettre sérieusement la santé des individus, et il est triste de penser que le moyen même par lequel nous cherchons à rendre nos habitations plus agréables puisse devenir une cause de maladies, et que les splendides et artistiques dessins qui décorent nos appartements puissent réceler des agents subtils contribuant à accroître la somme des misères humaines.

Il faut se rappeler en commençant cette étude que tous les papiers verts ne doivent pas être rejetés comme vénéneux. Beaucoup d'entre eux doivent leur couleur à d'autres substances que l'arsénite de cuivre. Et ce fait que les papiers arsenicaux se trouvent à côté d'autres comparativement recommandables vient encore ajouter de l'importance à la question en raison de la nécessité de pouvoir les distinguer. En outre, pour ce qui est des papiers peints à l'arsénite ou à l'acétato-arsénite de cuivre, il est peut-être rare d'en trouver qui soient colorés sur une grande surface avec ces substances seules et pures, si facilement reconnaissables au brillant et à la pureté de leur teinte, parce que les fabricants ont l'habitude de modifier la nuance verte par l'addition de substances capables de la rendre plus claire ou plus foncée, suivant le besoin. Cependant, le fond de la couleur contient de l'arsenic, ce que l'on peut reconnaître chimiquement, mais non plus par l'aspect extérieur de l'article. Ce serait donc

trop se hâter que de condamner sans autre preuve un papier parce qu'il serait vert; quand même il se trouverait dans la chambre d'une personne de mauvaise santé évidente, et, d'un autre côté, il est certain qu'il y a des cas d'accidents alarmants et de nature douteuse dont la cause se cache dans une teinte verte si éloignée de celle du vert anglais qu'elle n'éveille pas les soupçons.

Dans la fabrication des papiers peints, on ne prend aucune précaution pour empêcher ou prévenir les accidents pouvant résulter de l'emploi du vert d'arsenic. Que le dessin soit simple ou compliqué, la matière colorante est toujours appliquée à la colle de pâte. Après avoir mélangé la couleur arsenicale avec du blanc de Paris ou toute autre matière neutre pour obtenir la teinte désirée, on délaye ce mélange dans de l'eau chaude avec la colle de pâte. Dans cette opération, l'ouvrier se sert souvent de ses mains; il plonge ses bras jusqu'au coude dans le tamis, à travers lequel il passe la composition. Quand la couleur est préparée, on l'applique sur le papier au moyen d'une série de pinceaux mis en mouvement par une machine, et la surface se trouve ainsi rapidement recouverte d'une couche uniforme. Au sortir de cette machine, on suspend le papier en longues bandes à des bâtons qui reposent sur une chaîne sans fin, en mouvement lent, disposée près du plafond. Transporté ainsi d'un bout à l'autre d'une chambre dont la température est maintenue très-élevée au moyen d'un chauffage à la vapeur, le papier se sèche complétement. Lorsqu'on doit le satiner ou le glacer, on le passe sous des brosses sèches animées d'un mouvement de rotation très-rapide. Il y a deux méthodes d'imprimer les dessins. Le procédé le plus lent, mais celui qui donne les plus beaux articles, est l'impression à la main au moyen de blocs; on n'imprime alors qu'une couleur à la fois, comme dans l'enfance de l'art; mais, le plus souvent, on se sert de machines analogues à celles qui servent à imprimer sur calicot. Le papier passe contre une série de rouleaux en bois, à dessins correspondants, qui impriment chacun une couleur. La matière colorante est fournie à chacun de ces cylindres par une ceinture de drap tournant sur deux rouleaux et plongeant à une de ses extrémités dans une cuve de couleur. Les variétés veloutées exigent un procédé spécial de préparation. On obtient le velouté au moyen de déchets de drap que l'on commence par teindre et faire sécher, et que l'on réduit ensuite en poussière très-fine. On arrive au degré voulu de division au moyen de tamisages successifs; on introduit cette poudre dans un vaste tambour dont le fond est formé d'une peau ou d'un tissu fort; on passe dans ce tambour le papier recouvert de colle et de vernis, et en frappant sur le fond de peau on met en suspension la poussière colorée qui vient se fixer sur le papier. Si les dessins seuls doivent être veloutés, on les passe seuls au vernis.

D'après ce qui précède, on voit qu'il y a trois sortes bien définies de papiers peints arsenicaux, suivant la méthode employée pour faire la couleur sur le papier; ils sont mats, glacés ou veloutés. Ces trois espèces comprennent toutes les variétés de papiers peints, depuis la plus chère jusqu'à la moins coûteuse, depuis les dessins les plus simples jusqu'aux plus compliqués. Dans les uns, il y a une couche épaisse, mais peu adhérente de couleur, soit que ce soit un papier uni, soit que cette couche doive servir de fond à divers dessins. Dans d'autres, il n'y a de matière arsenicale que dans quelques légers ornements de feuillage. De toutes les espèces cependant, celles à surface mate, sont les plus dangereuses, parce que, dans ce cas, la couleur a peu d'adhérence et qu'il suffit d'une légère friction pour la détacher.

Les papiers glacés n'ont pas à un aussi haut degré ce désavantage, parce que l'opération qui sert à les glacer contribue à fixer la couleur, et une surface ainsi polie ne dégage de poussière verte que lorsqu'un long usage lui a enlevé son vernis. Les papiers veloutés tiennent le milieu entre les deux espèces dont nous venons de parler; la laine qui sert à les fabriquer est généralement teinte en vert au moyen d'une couleur végétale, et lorsqu'on se sert d'arsenic, c'est pour former un fond que l'on veloute avec le duvet de laine ou bien encore pour représenter du feuillage sur les endroits non veloutés. Cette poussière n'est donc pas vénéneuse par elle-même, mais elle est susceptible de le devenir, puisqu'elle peut, en se détachant du papier, entraîner avec elle des particules de la couche sous-jacente de matière arsenicale.

La quantité de matière vénéneuse que contiennent ces papiers varie naturellement beau-

coup, mais parfois elle s'élève à une très-forte proportion. M. le professeur Bacon dit que souvent le papier contient par mètre carré de 35 à 40 grammes de couleur arsenicale. Dans un échantillon examiné par le docteur Halley, il y avait près de 20 grammes de vert d'arsenic par mètre carré, et le docteur Taylor dit que les résultats de ses analyses varient de 20 à 48 grammes pour la même surface. Voici deux échantillons qui ont été analysés par M. Pearson : le plus clair contient 2^{gr} 77 d'arsenic par mètre carré, et c'est un de ces papiers dans lesquels la couleur caractéristique du vert d'arsenic se trouve cachée sous une nuance trompeuse ; l'autre est le type du vert d'arsenic dans toute sa pureté; il contient par mètre carré 20^{gr}.4 d'arsenic. D'après la moyenne de ces résultats, une chambre de dimensions ordinaires, tapissée de papier au vert d'arsenic, aurait sur ses murs plus de 1 demi-kilogramme d'une couleur vénéneuse contenant 50 pour 100 d'arsenic.

Mais la question qui nous intéresse le plus est celle-ci : la présence de cette matière vénéneuse sur les murs des appartements peut-elle porter préjudice à la santé de ceux qui les occupent, soit le jour, soit la nuit? Une substance dont l'action toxique, lorsqu'elle est ingérée dans l'estomac, est parfaitement démontrée, peut-elle d'une façon quelconque, directe ou indirecte, se détacher des surfaces auxquelles elle n'adhère que faiblement et souiller assez l'atmosphère pour produire par suite d'une absorption lente, mais continue, des symptômes non équivoques d'empoisonnement? Il y a des personnes qui, soit par incrédulité, soit par intérêt, persistent à citer des cas où ces conditions n'ont causé sur la santé aucune mauvaise influence et à soutenir que cette couleur verte est parfaitement inoffensive, et que, même en y admettant la présence de l'arsenic, elle ne doit nullement éveiller notre crainte et nos soupçons; les accidents que l'on cite, disent-ils, devraient être plutôt attribués à la mauvaise ventilation et à d'autres imprudences. Néanmoins, on ne peut guère rester dans le doute quand on examine avec impartialité les nombreux cas d'accidents bien établis et dont une grande partie ont amené la mort. Ces cas sont trop nombreux et trop authentiques pour qu'on puisse n'en pas tenir compte, et ils constituent une somme de témoignages que l'on ne peut guère réfuter. Il ne nous est pas nécessaire de citer ici un grand nombre de ces cas : pendant ces dix dernières années, les colonnes de la presse, et surtout de la presse médicale, en ont été remplies, et nous nous contenterons d'en choisir quelques-uns tout à fait caractéristiques.

Le docteur Halley, de Londres, cite un cas d'empoisonnement arsenical dans lequel il fut lui-même la victime; il avait fait retapisser les murs de son cabinet de travail avec un magnifique papier velouté du plus beau vert émeraude et de fabrication récente. Peu de temps après, il se remit à travailler tous les soirs cinq ou six heures dans cette chambre, à la lumière d'un simple bec de gaz. Au bout de quelques jours, sa santé commença à être gravement affectée; il souffrait d'un mal de tête constant, de sécheresse du gosier et de la langue, et d'irritation interne. En trois semaines, il tomba dans un état de prostration complète, mais sans soupçonner la cause de sa maladie. Bientôt il fut atteint d'une paralysie partielle du côté gauche. Dans cette situation, il fut obligé d'abandonner son travail de cabinet, et aussitôt sa santé s'améliora; mais, dès qu'il revint à sa chambre de travail, les symptômes reparurent. C'est alors que son attention se porta sur le papier de l'appartement. Il contenait près de 42 grammes de vert de Scheele par mètre carré. Ayant examiné également l'air de la chambre, il y découvrit des cristaux d'acide arsénieux. On remplaça aussitôt le papier, et les accidents ne se reproduisirent plus.

En 1862, dans un des faubourgs de Londres, un enfant mourut des suites d'un empoisonnement dans des conditions analogues. Une enquête fut faite par la justice pour déterminer la cause de la mort, et l'on apprit alors que cet enfant était le dernier de quatre qui étaient morts dans l'espace de deux mois sous l'influence fatale du papier dont leur chambre était tapissée. Ils avaient tous été pris de la même manière, et c'était surtout la gorge qui avait été attaquée. Le papier n'était pas glacé et la couleur était peu adhérente. Ce papier était très-déliquescent, et à 10° C. il était tout humide et la couleur se détachait comme de la peinture fraîche. On y trouva 2 grammes d'arsenic par mètre carré. Le médecin qui avait soigné l'enfant, M. Orton, et le docteur Letheby qui fit l'autopsie, attribuèrent la mort à l'empoisonnement par l'arsenic.

Le docteur Guy cite le cas d'une jeune femme qui fut atteinte d'irritation gastrique, de maigreur, de flatulence et de douleurs abdominales; en outre elle perdait l'appétit, elle avait des nausées. Sa langue était chargée, sa bouche et sa gorge sèches, son pouls accéléré, sa respiration oppressée; elle avait une toux sèche, manquait de forces, se sentait de l'aversion pour manger et boire, et était devenue très-pâle. S'étant absentée de chez elle pendant quelque temps, sa santé s'améliora; mais ce ne fut que lorsqu'on vit la réapparition des symptômes coïncider avec son retour dans sa maison que l'on soupçonna le papier vert de sa chambre. On le remplaça aussitôt par un papier blanc tout simple, et les symptômes cessèrent de se produire. L'ouvrier qui décolla le papier fut malade toute la nuit et le jour suivant; il souffrait de crampes, de douleurs et de malaise général. Ce papier était glacé et offrait deux teintes différentes des plus délicates.

Il arriva au docteur Hinds à peu près la même chose qu'au docteur Halley :

« En 1849, dit-il, je fis retapisser ma bibliothèque et je choisis pour cela un beau papier, ne présentant que deux nuances de vert d'une teinte brillante et élégante à la fois. Un jour ou deux après que la chambre eut été terminée, je commençai à m'en servir. Elle était bien éclairée au gaz, et, vers le soir, je m'y installai à lire. Au bout d'une heure et demie ou deux heures, je fus pris d'abattement et d'envies de vomir; je ressentais aussi par moments des douleurs abdominales, et la prostration dans laquelle je me trouvais était accompagnée d'une sensation de faiblesse qui me força à suspendre mon travail. La même chose se reproduisait tous les soirs lorsque la porte de la chambre était fermée et le gaz allumé, et que j'y étais resté une heure ou deux. Ces symptômes désagréables disparaissaient peu à peu lorsque j'avais quitté ma bibliothèque, et je ne ressentais plus qu'un peu de faiblesse et quelques douleurs d'estomac. »

La couleur verte, chauffée dans un tube à essai, donna un abondant sublimé d'acide arsénieux. Le papier fut changé, et les accidents cessèrent complétement.

Le docteur Hinds cite d'autres cas qu'il a observés lui-même. Un monsieur de Birmingham fit tapisser de papier vert deux pièces de sa maison. A peine huit jours après, lui et sa femme, tous deux jouissant ordinairement d'une bonne santé, tombèrent malades. Ils avaient l'habitude de se tenir dans une des pièces en question. Leur mal consistait en une grande prostration, des maux de tête, une indisposition fébrile, l'inflammation des yeux (conjunctivite), la soif, la perte de l'appétit, chaleur et sécheresse dans la gorge et tension du front. Les symptômes les plus marqués étaient la prostration et l'inaptitude complète à un travail quelconque. Comme dans les cas précédents, une absence temporaire amena la cessation du mal, et l'enlèvement du papier fut suivi d'une prompte et complète guérison. Le papier en question était formé de dessins vert clair sur un fond velouté très-arsenical.

Le docteur James White-Head, de Manchester, rapporte un cas qui peut être cité comme caractéristique non-seulement au point de vue des accidents observés, mais encore au point de vue de la difficulté que l'on a quelquefois à se rendre compte de leur véritable cause. Le malade, un jeune homme, était atteint d'ulcères aux mâchoires, d'un violent mal de tête, d'une grande langueur, de nausées et même de vomissements; il avait en outre une grande inaptitude au travail et dormait mal. Le mal, peu grave d'abord, prit rapidement de l'importance en dépit d'une médication suivie, et, au bout de huit ou dix semaines, on dut envoyer le malade à la campagne, où il se rétablit promptement. De retour chez lui, en parfaite santé, il reprit la chambre qu'il occupait précédemment, et, au bout d'un mois, il était pis que jamais. On supposa que les tuyaux d'égout pouvaient avoir exercé quelque influence, et on les examina, sans pourtant y trouver rien qui pût expliquer les symptômes observés. L'attention se porta ensuite sur une citerne contiguë au mur de la chambre en question, et cette citerne fut reconstruite dans l'espoir de remédier au mal. Les réparations forcèrent le jeune homme à occuper une autre chambre pendant quinze jours, et il était beaucoup mieux quand il reprit possession de la première; mais la maladie se déclara bientôt avec une nouvelle intensité, et c'est alors, pour la première fois, qu'on soupçonna que le papier pût en être la cause. On le remplaça aussitôt par un autre d'une teinte toute différente, et ce résultat produisit les meilleurs résultats : les symptômes ne reparurent plus et le jeune homme continua à occuper la chambre sans en souffrir aucunement.

Le papier en question était un papier velouté d'un beau vert. Pendant le collage, il s'en échappait une grande quantité de poussière verte, et, lorsqu'on avait épousseté les murs, on trouvait ensuite les meubles couverts de cette poussière. 3 grammes de cette couleur donnèrent à l'analyse 1gr.1 d'arsenic, et on calcula que les murs de la chambre, ayant une surface de 32 mètres carrés, contenaient donc dans leurs tentures, après quatre ans de service, environ 250 grammes d'acide arsénieux.

Mais en étudiant les cas d'empoisonnement par les papiers arsenicaux, nous n'avons pas besoin de nous borner à des observations faites en Europe. Nous avons ici même, en Amérique, de nombreuses preuves; les pernicieux effets des papiers de tenture à l'arsenic ont été chez nous reconnus et démontrés par l'expérience, et de nombreux cas sont venus démontrer que nous sommes, aussi bien que les autres peuples, exposés aux dangers résultant de l'emploi des couleurs arsenicales et susceptibles d'en souffrir. Ce sont là des faits d'une importance évidente et qui ont pour nous beaucoup plus de valeur que toutes les recherches faites à l'étranger.

Voici quelques-unes des observations recueillies dans notre pays :

Le docteur W. E. Rice relate un cas d'empoisonnement bien caractéristique qui s'est produit à Boston en 1863.

La victime était une femme de soixante-quinze ans. Après avoir habité pendant quelques jours dans une chambre tapissée d'un papier vert vif, elle fut prise de sensations brûlantes dans la gorge et l'estomac et de vomissements fréquents, quoique peu abondants, après les repas; elle avait la diarrhée et même une légère dyssenterie; en outre elle était très-faible; ses membres tremblaient et elle avait perdu l'appétit; elle ressentit ensuite de fortes crampes dans l'estomac et les intestins; la voix s'altéra; le pouls s'éleva à 100 pulsations; la constipation survint et le ventre devint très-sensible à la pression. Dès qu'elle prenait un peu de nourriture solide ou liquide, elle était atteinte de nausées violentes et de vomissements. Tous ces symptômes devenaient plus violents quand on avait épousseté la chambre un traitement convenable soulageait la malade; mais venait-on à épousseter de nouveau, le mal reparaissait avec une nouvelle violence. On changea alors la malade de chambre et elle ne tarda pas à se rétablir. En examinant chimiquement le papier, on trouva qu'il contenait de l'arsenic de cuivre.

Nous allons maintenant rapporter un cas dont les détails nous ont été communiqués par la personne même qui fait le sujet de l'observation : Pendant l'automne de 1859, une dame d'un âge mûr, femme d'un des hommes les plus éminents de Boston, prit possession d'une chambre récemment tapissée avec un papier composé de bandes alternativement dorées et vert velouté. Elle ignorait complétement les propriétés vénéneuses de cette dernière couleur. A part une névralgie dont elle souffrait depuis longtemps, elle était à cette époque en parfaite santé. Bientôt après avoir pris l'habitude de se tenir régulièrement dans cette chambre, elle sentit un changement dans son état habituel. La névralgie augmenta en intensité; à cela vinrent se joindre des maux de tête et le vertige, ainsi que des nausées et des vomissements; son appétit diminua; elle ressentit un mauvais goût dans la bouche et fut prise d'une toux sèche. Dans ces circonstances, elle ne tarda pas à maigrir, et il s'ensuivit une sensation intolérable de prostration et d'épuisement. Tous ces symptômes ne firent que la retenir dans sa chambre, et ce fut en vain qu'on lui administra des remèdes, puisque l'on ignorait la cause du mal. L'été suivant, un séjour de quelques mois à la campagne amena une amélioration marquée dans l'état de sa santé; mais dès qu'elle revint à sa résidence en ville, elle fut reprise de sa douloureuse maladie qui la fit souffrir horriblement tout l'hiver; l'été suivant, elle eut encore un temps de répit, mais ce ne fut que pour retomber ensuite dans un état qui défiait toute l'habileté de son médecin. A cette époque, les symptômes étaient des plus graves : des faiblesses fréquentes, la névralgie au paroxysme de l'intensité, des vertiges, des vomissements continuels et une grande prostration avaient réduit la malade à la dernière extrémité, et elle était presque à la mort quand elle eut elle-même l'idée que toutes ses souffrances pouvaient provenir du papier de sa chambre. Ce papier fut immédiatement analysé par le docteur S. Hayes, qui déclara qu'il était *chargé d'arsenic et des plus dangereux.* C'est de ce jour que date la guérison de cette dame; le papier fut aussitôt rem-

placé; mais le poison avait tellement saturé l'organisme de la malade et causé en elle de si terribles ravages, qu'elle en ressent encore aujourd'hui les effets.

La couleur verte du papier avait tellement perdu son adhérence qu'il suffisait de passer dessus la main ou un linge pour les tacher distinctement en vert; l'ouvrier qui décolla le papier en fut sérieusement malade, malgré les précautions prises pour prévenir cet accident, et on apprit que celui qui, à l'origine, avait collé le papier en avait également ressenti les effets.

On pourrait multiplier les exemples presque à l'infini, mais nous croyons que ceux que nous avons cités suffiront à démontrer quels accidents peuvent résulter et résultent en effet de l'emploi d'une substance dont les propriétés vénéneuses sont bien reconnues et qui ne se recommande que par la production à bon marché d'une teinte séduisante. Les cas que nous avons rapportés présentent une série de symptômes qui, lorsqu'on les analyse, montrent clairement que l'empoisonnement arsenical exerce sur le système des effets locaux et des effets généraux. Les effets locaux sont précisément ceux qui doivent résulter de l'inhalation continuelle d'un agent irritant ou de sa présence dans l'atmosphère : la sécheresse de la gorge et de la bouche, l'inflammation de la muqueuse de l'œil, la salivation, l'altération de la voix, le mal de tête dans la région frontale, les nausées et vomissements, la toux sèche, tous ces symptômes indiquent l'action immédiate et plus ou moins marquée du poison sur les différentes surfaces avec lesquelles il se trouve en contact, tandis que son influence plus profonde se révèle dans les symptômes généraux et constitutionnels, tels que : faiblesse et lassitude, maigreur, énervement, irritabilité nerveuse, abattement, tremblements des membres, convulsions, vertiges, froid aux extrémités, insomnies, pâleur, troubles de la digestion et névralgie. Il va de soi que tous ces symptômes ne se rencontrent pas chez le même individu et qu'ils ne se montrent pas avec l'uniformité qui caractérise les autres modes d'empoisonnement. Il est probable que chez la plupart des personnes atteintes il ne se reproduit que les symptômes les plus simples et les plus insignifiants. C'est ainsi que, après une nuit de sommeil dans une chambre tapissée avec un papier au vert d'arsenic, on souffrira de maux de tête ou de sécheresse dans la bouche. Ce n'est qu'après une influence prolongée du poison ou chez des personnes très-sensibles que des symptômes plus sérieux se manifestent. Ainsi, c'est par une critique sérieuse des symptômes que présente un cas donné et par l'observation de ce fait que, outre la cause présumée, nous n'en pouvons découvrir aucune autre qui puisse expliquer les différents symptômes locaux et constitutionnels, que nous pouvons arriver à des conclusions certaines. Il n'y a pas d'effets distincts et caractéristiques qui puissent permettre à l'observateur de distinguer de suite un cas de cette sorte, comme lui permet de le faire la salivation dans l'empoisonnement par le mercure et, dans l'empoisonnement par le plomb, la teinte bleue des gencives et l'inertie des poignets. C'est en raison de cette obscurité et de ce manque d'uniformité dans les effets de l'empoisonnent arsenical chronique par les papiers peints que beaucoup d'auteurs ont mis en question ou même nié la possibilité de l'influence de ces papiers. Cela explique aussi évidemment pourquoi un nombre relativement peu considérable de ces accidents sont attribués à leur véritable cause et donnés pour ce qu'ils sont; car il est clair qu'il n'a été publié dans les journaux que les cas les plus indubitables, et nous nous croyons justifiés à affirmer que leur caractère anormal a fait passer inaperçus un grand nombre de ces cas.

Ce caractère de l'empoisonnement par les papiers arsenicaux est des plus importants au point de vue de la santé publique. Si les accidents présentaient toujours des caractères tellement bien définis qu'on pût les rapporter de suite à leur véritable cause, la société saurait bientôt ce qu'elle aurait à faire, et les papiers au vert d'arsenic seraient bientôt hors de mode. Mais la plupart des cas, comme ceux que nous avons cités, sont embarrassants et obscurs; leur cause échappe facilement au médecin, et cette circonstance vient empêcher le succès de la médication employée; cela laisse donc beau jeu d'un côté au scepticisme, de l'autre à l'ignorance.

Nous ferons cependant remarquer que, malgré les particularités dont nous venons de parler, les symptômes de l'empoisonnement chronique par les papiers peints arsenicaux sont extrêmement semblables et, sous bien des rapports, identiques à ceux de l'empoisonnement

arsenical chronique tel qu'il a lieu quand le poison exerce une action continue par une ingestion répétée à petites doses. On sait que ces derniers symptômes sont très-variés et présentent beaucoup d'anomalies apparentes. Ils se manifestent très-irrégulièrement. Suivant les individus, ils se portent principalement, tantôt sur le système digestif, tantôt sur le système nerveux; parfois l'influence exercée est générale et se traduit par une grande complication de symptômes. On ne peut donc définir une série de phénomènes caractéristiques de l'empoisonnement par les papiers arsenicaux, puisqu'ils ne diffèrent pas essentiellement de ceux que l'on observe dans l'empoisonnement arsenical chronique produit dans les circonstances ordinaires. Il n'y a qu'une différence d'intensité qui dépend de la plus ou moins longue durée de l'influence qu'ont exercée lentement, et d'une façon pour ainsi dire indirecte, de petites quantités de poison.

Quoique la connaissance même du danger qui résulte de l'emploi des papiers arsenicaux soit plus importante pour la société que des hypothèses sur la manière dont se produit dans ce cas l'empoisonnement, cette dernière question n'est cependant pas sans intérêt. On a émis diverses théories pour expliquer comment la couleur vénéneuse s'introduit dans le système de manière à y exercer ses terribles ravages. Gmelin, qui le premier attira l'attention sur ce sujet sous ses différentes faces, pensait que le poison était absorbé sous forme de gaz produit « par la fermentation des matières organiques avec lesquelles la couleur arsenicale est mélangée. » Un peu plus tard, M. Louyet, de Bruxelles, avança que ce gaz était une sorte d'hydrogène arsénié; il basait sa théorie sur cette observation que, si on abandonne quelques jours un mélange d'arsenic et d'eau distillée, l'eau répand au bout de ce temps une odeur d'ail qui, comme on sait, est caractéristique de l'arsenic, et il pense que cette odeur est due à une décomposition de l'eau en présence de l'arsenic. D'une façon analogue, l'humidité, que retiennent presque toujours les murs des appartements, subirait une décomposition analogue et dégagerait un produit volatil très-vénéneux. M. Louyet pensait que l'odeur alliacée que l'on observe dans les appartements tapissés de papiers arsenicaux venait à l'appui de sa théorie. Basedow, chimiste allemand de distinction, émit une opinion semblable; il attribuait le danger au développement, sous l'influence de l'humidité, d'une certaine quantité d'hydrogène arsénié. Ces vues ont été adoptées par d'autres observateurs, qui attribuent la décomposition gazeuse soit à la présence de l'humidité, soit à la combustion lente des matières organiques contenues dans le papier ou la couleur, soit encore à la présence dans l'atmosphère d'une petite quantité de gaz d'éclairage échappé à la combustion qui réagirait sur l'arsénite de cuivre pour produire de l'hydrogène arsénié.

Il ne faut pas confondre toutes ces théories avec cette opinion inadmissible, qui a été populaire à une certaine époque, et suivant laquelle l'empoisonnement était dû à l'inhalation de vapeurs arsenicales s'échappant du papier. Cette opinion est évidemment erronée, puisqu'il faut une température de 182 degrés pour volatiliser l'arsenic.

Ces hypothèses sont rejetées aujourd'hui par la majorité des chimistes. On croit généralement que le poison se répand dans l'atmosphère sous forme de poussière détachée mécaniquement du papier. Cette manière de voir semble plausible en raison de la composition du papier et des méthodes employées pour y appliquer la couleur. L'adhérence de celle-ci pour le papier, dépendant de la colle, ne s'accroît certainement pas avec le temps. Lorsque l'on applique sur le mur le papier au moyen de colle, celle qui sert à retenir la matière colorante perd par là un peu de ses propriétés adhésives. Les alternatives de sécheresse et d'humidité de l'atmosphère contribuent à la rendre de moins en moins adhérente, de sorte que la moindre action mécanique, telle que l'action d'un courant d'air, le frôlement d'un torchon, les vibrations de l'atmosphère, suffit à en dégager une poussière vénéneuse impalpable. C'est un fait bien connu que la chambre la plus inhabitée contient dans son atmosphère une infinité de particules en suspension, dont le moindre rayon de soleil vient nous révéler l'existence, sans que personne puisse assigner d'origine à ces particules. On voit aisément que cette poussière peut être formée en partie de particules arsenicales détachées du papier, et que l'air peut être ainsi plus ou moins chargé de cet agent dangereux. On a ainsi la solution d'un des éléments de cette grosse question du rôle des poussières de l'air dans les maladies.

Cette manière de voir trouve sa confirmation dans ce fait que l'on a trouvé de l'arsenic en

forte proportion dans la poussière recueillie sur les meubles et cheminées des chambres infestées.

Une troisième classe d'observateurs, et parmi eux MM. Kirchgæsser, de Coblentz, et Chevalier, admettent ces deux théories et reconnaissent l'influence de cette double cause. Ils reconnaissent l'influence des poussières, mais pensent aussi, en raison de l'odeur d'ail que l'on observe quelquefois, que, dans certaines conditions d'humidité, il se dégage un gaz vénéneux qui vient infecter l'atmosphère.

Mais quelles sont les victimes de cette pratique inutile, et cependant trop répandue, qui consiste à couvrir de papier vénéneux les murs des appartements? Il va de soi que tous ceux qui se trouvent exposés à cette influence n'en sont pas affectés, et l'on ne peut établir de critérium certain, puisque les conditions dans lesquelles se trouve la personne exposée sont si variées et si compliquées. Étant donné un papier de tenture contenant tant d'arsenic sur sa surface, on ne peut dire que, appliqué sur les murs d'une chambre, il produira tels ou tels effets sur les personnes qui y demeureront pendant un temps donné. Toutes choses égales d'ailleurs, les personnes qui, par suite de leurs habitudes ou de leurs occupations, restent beaucoup chez elles, sont les plus exposées aux accidents, et le plus grand nombre des victimes doivent être des femmes et des enfants. Mais, de fait, nous trouvons une grande diversité de susceptibilité. Parmi ceux qui sont exposés à l'influence continuelle du poison, il y a des personnes qui n'en souffrent pas. Le docteur Gay en cite un cas :

« J'ai vu moi-même deux chambres d'enfants, tapissées d'un papier à fleurs, riche en vert émeraude, et communiquant entre elles, occupées l'une le jour, l'autre la nuit, pendant plusieurs mois, par des enfants et leurs nourrices, sans que leur santé en souffrît aucunement. La couleur était si peu adhérente que, lorsqu'on passait dessus un mouchoir blanc, elle le tachait fortement. Ce cas est d'autant plus remarquable qu'il se produisit dans la maison d'un médecin familier avec les effets de l'arsenic et très-capable de les reconnaître. »

Mais ces cas négatifs ne font que montrer la résistance de certaines natures à l'action du poison et n'infirment nullement les exemples précédemment cités. Il est bien reconnu par les médecins que les différents organismes varient beaucoup dans leur degré de susceptibilité à l'action des drogues, et cela explique la diversité des effets observés dans le mode d'empoisonnement arsenical chronique qui fait le sujet de cette étude. Un agent relativement inoffensif pour l'organisme d'une certaine personne peut être pour une autre un poison violent. Mais quoique, par exemple, le lierre vénéneux soit sans action sur certaines personnes et que certains peuples de Styrie puissent absorber impunément de l'arsenic pur, il y a cependant peu de gens qui voudraient essayer leur pouvoir de résistance à l'une ou l'autre de ces substances. On n'est donc pas justifié à mettre des enfants dans une atmosphère chargée même légèrement d'arsenic, sous prétexte qu'il peut n'en résulter aucun mal.

A cette considération de susceptiblité personnelle viennent s'ajouter d'autres conditions : l'état de santé des personnes, la plus ou moins grande intensité de l'influence à laquelle on est exposé (intensité qui dépend de la proportion et de l'adhérence de la couleur arsenicale et aussi de la ventisation) ou le pouvoir d'élimination de l'organisme. On voit combien de circonstances peuvent modifier les effets du poison. On trouvera peu de gens qui, connaissant les faits, osent soutenir qu'un agent capable de produire presque invariablement des effets déterminés, lorsqu'il est introduit dans l'estomac, soit aussi invariablement inoffensif lorsqu'il est introduit dans le système d'une façon moins directe par la muqueuse des organes respiratoires, et bien peu de ceux-là oseront se risquer à entreprendre sur eux-mêmes la solution du problème en habitant des chambres arsenicales ou jugeront convenable que qui que ce soit respire l'air de ces chambres, même en admettant qu'une fraction de l'humanité est, dans ces conditions, à l'épreuve de l'arsenic.

Il se présente naturellement à l'esprit que, si les symptômes observés chez ceux qui occupent les chambres tapissées au vert d'arsenic sont dus à cette matière, on devrait retrouver quelqus-uns de ces symptômes chez les ouvriers que la nature de leur profession expose à l'influence de ces papiers, c'est-à-dire chez ceux qui fabriquent les papiers arsenicaux et ceux qui les collent sur les murs des appartements. Les observations ne font pas défaut. Les recherches de Chevalier, de Pietra-Santa, du docteur Gay et d'autres encore montrent que

des symptômes caractéristiques se manifestent chez les ouvriers employés à la fabrication de ces papiers et que les accidents doivent être attribués à l'influence de la matière colorante arsenicale. Suivant ces auteurs, ces symptômes se rapprochent de ceux qui résultent de l'occupation des chambres arsenicales; ce sont principalement : la soif, des nausées et vomissements, des douleurs d'estomac, la prostration, la mauvaise digestion, des maux de tête, des tremblements nerveux, et, par suite de l'action locale de l'arsenic, l'inflammation de la gorge et l'irritation de la muqueuse du nez et de la bouche, irritation qui se traduit par des éternuements, un écoulement muqueux ou sanglant et le gonflement des lèvres. En même temps, on observe souvent des éruptions sur les différentes parties du corps exposées au contact du poison, comme les mains et la figure. Ces irruptions sont tantôt de simples rougeurs, tantôt d'une nature érythémateuse, et parfois elles donnent lieu à des ulcères, principalement dans les plis des doigts et à la racine des ongles, où la couleur peut séjourner plus longtemps. La gravité et l'uniformité de ces symptômes varient suivant que l'ouvrier est exposé plus ou moins longtemps à l'influence du poison, et aussi suivant qu'il est plus ou moins sensible à l'action du poison et qu'il prend plus ou moins de soins de propreté. Ils disparaissent dès qu'on cesse de travailler aux couleurs. L'auteur a pu lui-même vérifier ces observations.

Beaucoup de marchands de papiers reconnaissent que certains papiers verts développent facilement des symptômes particuliers chez ceux qui sont employés à les coller. Ces symptômes sont d'un caractère aigu et se manifestent immédiatement par des effets locaux ; ce sont des éternuements, l'irritation des yeux et des narines, des maux de tête et le gonflement des lèvres; quand les effets sont plus graves, on observe en outre des vomissements, la diarrhée et un malaise indescriptible. On a relaté bien des cas de ce genre, et des colleurs de papiers ont affirmé qu'il y avait certaines espèces de papiers au collage desquels ils ne pouvaient travailler sans être ensuite sérieusement malades. Les informations que nous avons recueillis de la bouche de plusieurs de ces ouvriers corroborent ces informations. Sur neuf que nous avons interrogés, sept avaient été plus ou moins empoisonnés par les papiers arsenicaux ; les deux autres n'exerçaient la profession que depuis peu de temps. Un des sept cas d'accidents était caractéristique. Les symptômes se déclarèrent moins de douze heures après le collage d'un papier dont la couleur était peu adhérente; il y avait irritation de la muqueuse des yeux, du nez et de la bouche, ainsi qu'une grande prostration; une éruption eczémateuse se déclara ensuite sur les mains et s'étendit aux autres parties du corps. Les symptômes devinrent si graves que le malade fut obligé de suspendre son travail et d'entrer à l'hôpital.

Dans les autres cas les symptômes étaient moins graves, mais assez caractéristiques; ils apparaissaient immédiatement après le travail et cessaient huit jours après que l'influence du poison avait cessé; c'étaient l'inflammation des yeux et du nez, des ulcères aux narines, des maux de tête, le gonflement des lèvres et quelquefois des saignements de nez.

Le cas suivant est venu par hasard à notre connaissance. M. W., jeune homme d'une constitution robuste, commis dans un magasin de papiers peints, fut pris de nausées, de diarrhée, d'une grande lassitude, de conjonctivite, d'écoulement muqueux par le nez et de vertiges. Il n'avait rien fait qui pût expliquer ces symptômes et son état ne put être expliqué que par ce fait que le mois précédent il avait montré aux acheteurs plus de papiers verts que de coutume.

Les cas que nous venons de citer pourront être regardés comme des exceptions, surtout par les personnes intéressées dans la fabrication ou la vente des papiers peints, sous le prétexte qu'elles n'ont jamais vu se produire de tels accidents. On verra facilement que, malgré leur apparence de partialité, ces témoignages négatifs peuvent bien être sincères. Les symptômes que nous avons décrits peuvent en effet être attribués à d'autres causes ; ils sont jusqu'à un certain point obscurs et, quoique très-graves, ils ne sont pas suivis de mort; en général ils n'empêchent pas de continuer à travailler et il est peu probable qu'un ouvrier vienne se plaindre d'un état de choses dont il ignore la vraie cause, surtout lorsqu'il a besoin de son travail pour vivre.

Cette étude sur l'emploi des verts d'arsenic dans différentes industries et sur les effets

fâcheux qui en résultent directement ou indirectement nous amène à nous demander en terminant comment remédier à ce que nous devons appeler un mal. Il va sans dire que ceux qui hésitent à condamner ces applications de l'arsenic ne les considèrent pas comme un mal. Ceux, par exemple, qui jugent du danger par le nombre de cas de mort, regarderont toute cette étude comme inutile et non justifiée.

Il en est autrement de ceux qui ont observé eux-mêmes les fâcheuses conséquences d'une trop grande confiance dans les couleurs, ou qui en ont eux-mêmes été les victimes. Ceux qui sont convaincus que, dans un certain nombre de cas, la santé se trouve gravement compromise par l'emploi d'un poison violent dans la composition d'une couleur qui n'a d'autre mérite que d'être agréable à l'œil et n'est d'aucune nécessité, ceux-là, disons-nous, sentent le besoin d'un avertissement sérieux. Il faut se rappeler que les couleurs arsenicales ne sont guère moins vénéneuses que le corps dont elles tirent leur nom, et comme ce sont de simples couleurs, un seul cas bien authentique d'empoisonnement doit suffire à les faire condamner, sans attendre pour cela des cas de mort répétés.

On a proposé bien des procédés pour s'opposer à l'influence fâcheuse des verts arsenicaux. On a, par exemple, proposé de vernir les papiers, de recommander aux colleurs la plus grande propreté, etc. Mais ce ne sont là que des compromis et des remèdes partiels, et quelque complétement qu'on les applique, ils ne suffiront jamais à supprimer le mal. Si les emplois de l'arsenic que nous venons d'examiner constituent un danger, c'est un danger absolu et dont le public doit être prévenu, car on meurt par suite de l'ignorance des risques auxquels on s'expose en cherchant à satisfaire un goût raffiné pour ce qui est beau.

Si l'on peut amener le public à apprécier les dangers de l'emploi indiscriminé des verts d'arsenic, il ne sera nullement nécessaire d'inventer des moyens de répression dans l'intérêt de la santé publique ; car les gens raisonnables, connaissant le danger, n'iront certainement pas s'y exposer, eux ou leurs enfants. La vente des papiers vénéneux cessera donc, et par suite leur fabrication ; et les gens d'un bon goût réel, en matière de couleurs, trouveront toute satisfaction dans d'autres substances dépourvues de toute propriété vénéneuse.

ÉTUDE SUR LA MOUTARDE

AU POINT DE VUE THÉRAPEUTIQUE, DES MEILLEURS PROCÉDÉS DE PRÉPARATION DU SINAPISME, ET DES CAS OU SON APPLICATION EST UTILE.

(Extrait d'une brochure du docteur H. Astier.)

On retire des graines de la *moutarde noire* une farine d'un gris noirâtre, mêlé de jaune verdâtre, lorsqu'on la prépare sans enlever le tégument propre ou *épisperme.*

Les procédés employés pour sa préparation dans la fabrication de la *moutarde en feuilles*, ne vont pas toutefois jusqu'à isoler complétement l'épisperme de l'amande. Rendue beaucoup plus active par la séparation de l'huile grasse, cette moutarde est d'une énergie révulsive supérieure à celle de la farine du commerce ; énergie que l'expurgation totale de l'épisperme exagérerait avec quelque inconvénient peut-être pour la pratique.

EXAMEN CHIMIQUE DE LA GRAINE DE MOUTARDE.

Les semences de la moutarde noire ne contiennent pas d'huile volatile rubéfiante, toute formée, mais elles renferment tous les éléments nécessaires à sa formation.

On peut en extraire une huile grasse analogue à l'huile de colza et qui, après épuration, peut être consacrée aux mêmes usages que cette dernière. Suivant le degré de dessiccation auquel elle a été soumise, la graine de moutarde ne contient pas moins de 25 à 28 pour 100 de cette huile.

On y trouve de plus : de l'albumine végétale, du sucre, une matière gommeuse, une matière colorante jaune, une matière verte, de la sinapisine en très-petite quantité, un acide libre et quelques sels, particulièrement à base de potasse.

Mais aucun de ces divers principes ne joue un rôle effectif dans l'action rubéfiante de la farine de moutarde noire. Toute son activité révulsive réside dans la *myrosine* et le *myronate de potasse.* C'est, en effet, la réaction de ces deux corps l'un sur l'autre, s'effectuant sous l'influence de l'eau, qui donne naissance à l'huile volatile désignée vulgairement sous le nom d'*essence de moutarde.*

Pour démontrer que cette essence ne préexiste pas dans la graine de moutarde noire, il suffit de traiter la farine qu'on en obtient par l'éther et d'évaporer la dissolution éthérée. Le résidu de cette évaporation est une huile grasse, qui ne possède ni l'odeur caractéristique de l'essence de moutarde, ni sa saveur âcre et brûlante.

Ainsi que l'ont constaté les premiers Guibourt, d'une part, Robiquet et Boutron, d'une autre, la présence de l'eau est la condition essentielle au développement de l'huile volatile. Bussy a jeté la lumière sur ces résultats de l'observation, en démontrant que cette huile volatile prend naissance par une réaction tout à fait analogue à celle de l'*émulsine* sur l'*amygdaline* qui, dans les fruits broyés de l'*amygdalus amara*, développe l'huile volatile d'amandes amères.

La *myrosine* est une substance albuminoïde qui se rencontre en même temps dans la moutarde blanche et dans la moutarde noire. Quelques chimistes ont également constaté sa présence dans plusieurs autres plantes de la famille des crucifères, telles que le *Raphanus sativus*, le *Brassica napus*, le *Br. oleracea*, le *Br. campestris*, l'*Erysimum alliaria*, le *Cheiranthus cheirii*, le *Draba verna*, le *Cardamine pratensis*, le *C. amara*, le *Thlaspi arvense*, etc.

La myrosine est soluble dans l'eau ; sa solution aqueuse mousse comme celle de la saponine. Elle se coagule par la chaleur, par l'alcool et les acides. Cela explique pourquoi la farine de moutarde ne donne que peu ou point d'essence, quand on la traite par l'eau bouillante ou qu'on l'arrose de vinaigre. Les alcalis caustiques, et même le carbonate de potasse, produisent le même résulat. Il faut donc proscrire l'habitude qu'on a, dans certaines contrées, d'ajouter des cendres du foyer au pédiluve sinapisé. C'est un sûr moyen d'empêcher, d'affaiblir tout au moins, l'action rubéfiante qu'on en espère.

On isole la *myrosine* en prenant de préférence la moutarde blanche. On la traite par l'eau froide; on filtre et on évapore à une température qui ne dépasse pas 40 degrés. Quand l'extrait a acquis la consistance sirupeuse, on précipite la myrosine par l'alcool. Le coagulum obtenu étant séparé, est entièrement soluble dans l'eau. C'est la myrosine pure.

On extrait le myronate de potasse de la moutarde noire, car la moutarde blanche n'en contient aucune trace. Réduire la graine en poudre; la priver de son huile grasse, soit par expression, soit au moyen d'un dissolvant des corps gras (sulfure de carbone, benzine ou hydrocarbure). La traiter alors par l'alcool à 85 degrés, chauffé à 50 ou 60 degrés centigrades, afin de la priver de diverses matières étrangères qui gêneraient ultérieurement la cristallisation du myronate de potasse. La matière, épuisée par l'alcool, est délayée dans de l'eau froide ou tiède, qui dissout le myronate de potasse; on évapore jusqu'à consistance sirupeuse; et, au moyen de l'alcool faible, on précipite une matière mucilagineuse qu'il faut séparer par filtration. On concentre alors jusqu'à cristallisation. Les cristaux obtenus étant lavés avec l'alcool faible, restent parfaitement incolores.

Si l'on veut isoler l'acide myronique, car c'est cet acide qui, au contact de la myrosine et en présence de l'eau, donne naissance à l'essence de moutarde ou *sulfo-cyanure d'allyle.*

$$C^8 H^5 NS^2 = C^6 H^5 S, Cy S,$$

il suffit de dissoudre le myronate de potasse dans l'eau, et de mélanger cette dissolution avec une dissolution aqueuse de 38 grammes d'acide tartrique. On concentre après filtration, et l'on extrait l'acide myronique par l'alcool.

La dissolution aqueuse de l'acide myronique évaporée donne un sirop incristallisable, d'une saveur acide et amère, mais sans odeur. Les éléments qui le constituent sont le carbone, l'hydrogène, le soufre et l'oxygène. Cet acide forme, avec les bases, des sels dont un seul a pour nous une véritable importance : le myronate de potasse, qui existe tout formé dans la graine de moutarde noire, et duquel on extrait, comme nous venons de le voir, l'acide myronique lui-même.

Le myronate de potasse se présente sous forme de gros cristaux incolores, limpides, inal-

térables à l'air, d'une saveur franche et amère; insolubles dans l'alcool absolu et un peu solubles dans l'alcool faible. Ces cristaux peuvent être chauffés jusqu'à 100 degrés sans s'altérer; mais quand on élève davantage la température, ils fondent, se boursoufflent, en répandant une odeur de poudre à canon brûlée, et laissent un charbon chargé de sulfate de potasse.

Le myronate de potasse, comme tous les myronates, possède la même propriété que l'acide qu'il renferme, de développer de l'essence de moutarde ou sulfo-cyanure d'allyle au contact de la myrosine.

Il importe de remarquer que l'acide myronique, pas plus que les myronates, ne donnent naissance à de l'essence de moutarde, par leur mélange avec l'émulsine des amandes amères; pas plus que l'amygdaline n'est transformée en essence d'amandes amères, par le contact de la myrosine.

Notons un procédé facile pour l'obtention de l'acide myronique : il consiste à transformer le myronate de potasse en sel de baryte et à précipiter cette dernière base par une quantité convenable d'acide sulfurique.

Pour avoir le sulfo-cyanure d'allyle pur, il faut rectifier l'essence de moutarde de manière à la débarrasser d'une matière résinoïde qui la colore en brun. Il se présente alors sous la forme d'une huile incolore, d'une saveur âcre et d'une odeur extrêmement pénétrante, qui excite le larmoiement. Il bout à 143 degrés, est soluble en très-petite quantité dans l'eau, et en toutes proportions dans l'alcool et l'éther.

Appliqué sur la peau, il y détermine promptement une forte vésication.

En se combinant avec l'ammoniaque qu'il absorbe rapidement, le sulfo-cyanure d'allyle donne naissance à un corps cristallin remarquable, la *thiosinamine* ($C^8 H^8 N^2 S^2$), dont nous ne pouvons nous dispenser de signaler l'existence. La thiosinamine, qui cristallise en beaux prismes droits rhomboïdaux, est probablement appelée à jouer un rôle de quelque importance dans la thérapeutique; car, sans être vénéneuse, elle exerce, à faible dose, une action très-vive sur l'économie, en déterminant des battements de cœur et des insomnies.

Le sulfo-cyanure d'allyle n'est pas un produit exclusif de la moutarde noire; il existe, en effet, tout formé dans quelques plantes de la famille des crucifères. Ainsi, on le rencontre dans la racine du raifort (*Cochlearia armoricia*), dans celle de l'érysimum (*Alliaria officinalis*), avant que leurs feuilles se soient développées. Les feuilles et les graines de l'*Iberis amara* donnent également à la distillation du sulfo-cyanure d'allyle, probablement par la même réaction que la moutarde elle-même.

Les feuilles de l'*Alliaria officinalis*, de même que les graines de *Thlaspi arvense*, celles du *Capsella bursa pastoris*, celles du *Raphanis raphanistrum*, celles du *Sisymbrium nasturtium*, etc., donnent à la distillation un mélange de sulfo-cyanure et de sulfure d'allyle ($2C^6 H^5 S$). Ce dernier corps représente, en presque totalité, l'essence d'ail, qui se produit d'ailleurs synthétiquement, quand on traite l'essence de moutarde par le potassium au par le monosulfure de potassium.

La moutarde blanche diffère chimiquement de la noire, surtout par l'absence de myronate de potasse; en revanche, elle contient, en notable quantité, un alcali végétal : la *sinapisine* ou *sinapine* ($C^{32} H^{24} O^{10}$), qui s'y trouve combinée avec l'acide sulfocyanhydrique.

C'est ce sel que quelques chimistes avaient désigné sous le nom *sulfosinapisine*.

Le *sulfocyanhydrate de sinapine* se dédouble sous l'influence des alcalis minéraux, en *acide sinapique* et en une autre base végétale, la *sinkaline*. L'équation suivante rend compte de cette réaction :

$$\underbrace{C^{32}H^{24}NO^{10}}_{\text{Sinapisine.}} + \underbrace{2HO}_{\text{Eau.}} = \underbrace{C^{22}H^{12}O^{10}}_{\text{Acide sinapique.}} + \underbrace{C^{10}H^{14}NO^{2}}_{\text{Sinkaline.}}$$

Mais l'étude de ces composés nous éloignerait de notre sujet; nous avons dû nous borner, dans ce qui précède, à l'indication sommaire des propriétés des corps qui se rattachent le plus immédiatement à la constitution chimique de la graine de moutarde. Nous espérons en avoir dit assez pour faire apprécier les meilleures conditions dans lesquelles il faut se placer pour l'emploi de la moutarde comme *révulsif*.

DE LA RÉVULSION PAR LA MOUTARDE.

Il n'entre pas dans notre cadre de traiter des propriétés de la moutarde comme médicament interne. Elles sont, d'ailleurs, de beaucoup les moins importantes parmi les services que la médecine réclame de cet agent. C'est à l'extérieur que la moutarde est universellement employée. C'est comme *excitant* et surtout comme *révulsif* administré en application sur la peau, qu'elle rend à l'art de guérir ses services les plus fréquents, les plus importants et les plus indiscutés.

Un sinapisme bien préparé détermine, vers la quatrième minute de son application, une sensation de picotement; une minute après, une cuisson légère; à six minutes, une assez vive cuisson.

L'impression locale a été une excitation des nerfs de la sensibilité. Tel est le premier phénomène. A peine s'est-il manifesté, qu'une réaction de ces nerfs de la sensibilité a lieu sur le système nerveux du *grand sympathique,* qui commande directement à la circulation. Excité lui-même, le grand sympathique détermine par *action réflexe* la contraction des vaisseaux capillaires au point sinapisé. Mais cette excitation du sympathique est très-passagère. Elle cède presque aussitôt et tombe pour faire place à une détente de la contractibilité des capillaires. Ces petits canaux sanguins se laissent alors dilater par le sang affluant des artères sous l'impulsion du cœur. Examinés au microscope, ils présentent un calibre double et triple de leur dimension normale. Il y a alors *hypérémie* ou congestion sanguine locale, et cette congestion s'accuse bientôt par la *rubéfaction* de la partie et par une légère turgescence.

Ces curieux phénomènes physiologiques ont été mis en lumière par l'anglais Wilson Philips, et magistralement élucidés par les travaux de M. Claude Bernard.

Tels sont les phénomènes locaux. Ils augmentent à mesure que la sinapisation se prolonge. La cuisson, de plus en plus vive, peut devenir une douleur profonde, *gravative ;* la rubéfaction peut faire place à une sorte de vésication, si le sinapisme est épais et maintenu en place pendant un temps exagéré, plusieurs heures par exemple.

C'est dans ces mêmes conditions, poussées à l'extrême, que le retentissement sur le système nerveux de la sensibilité peut aller jusqu'à provoquer de la fièvre et des spasmes. On a alors un frappant mais fâcheux exemple d'*effet général* d'irritation.

Les effets que nous venons de décrire ne sont pas exclusifs à la moutarde. Elle les partage avec de nombreux agents rubéfiants, parmi lesquels nous citerons l'*ail,* le *poivre* et le *piment,* la *clématite,* les *renoncules,* la *tithymale,* etc.

Mais aucun de ces irritants, dont on peut se servir à la rigueur quand le rubéfiant classique, la moutarde, est absent, ne le remplace d'une façon complète et irréprochablement satisfaisante. Leur action est généralement irrégulière et capricieuse. Elle dépend fréquemment de l'*idiosyncrasie,* ou impressionnabilité individuelle du sujet. Chez les uns ils agissent lentement, très-vivement chez d'autres et se comportent d'emblée en rubéfiants épispatiques qui lèsent la peau et déterminent des éruptions incommodes. Le type de la rubéfaction médicale est dévolu à la bonne farine de moutarde, dont l'action locale sûre, fidèle, toujours identique à elle-même, peut être réglée et atténuée à volonté; à la moutarde enfin que l'expérience et la tradition médicale ont mise en possession ancienne et définitive d'un rôle de *chef d'emploi* dans la médication révulsive.

INDICATIONS GÉNÉRALES RELATIVES A L'EMPLOI DES SINAPISMES.

La révulsion par le sinapisme répond à trois indications principales :

1° Détourner ou dériver une fluxion sanguine qui s'est portée vers un organe et y a déterminé des accidents, soit congestifs, soit inflammatoires, soit hémorrhagiques; — ou à l'inverse, rappeler vers un organe une fluxion supprimée et qu'on a intérêt à y rétablir;

2° Combattre, en la *révulsant* par une irritation artificielle du tégument extérieur, une irritation soit nerveuse, soit rhumatismale;

3° Obtenir un effet d'excitation générale des forces nerveuses.

Une première règle, c'est de proportionner l'activité de la révulsion et l'étendue de la sur-

face sinapisée à l'intensité des accidents morbides que l'on veut conjurer. Une congestion cérébrale grave, une hémoptysie (crachement de sang) abondante, par exemple, exigeront une révulsion plus étendue, plus énergique, plus prolongée qu'une migraine ou une suffocation nerveuse; cela va de soi.

Dans les cas de la première catégorie, et quand il s'agit de décongestionner un organe important, il est de règle d'appliquer les sinapismes aux parties qui reçoivent un autre ordre de vaisseaux que ceux qui se rendent à l'organe congestionné. Ainsi, pour détourner la fluxion sanguine du cerveau, dont les artères sortent de la carotide et de la sous-clavière, on appliquera sur les jambes les topiques irritants capables de dériver la fluxion sur les extrémités capillaires, qui émanent du prolongement de l'artère iliaque.

Par contre, pour solliciter la congestion vers l'utérus, dont les vaisseaux sont alimentés par une division de cette même artère, on mettra les sinapismes aux jambes, et mieux encore aux cuisses.

La mobilité du sang, quand il n'y a encore que congestion, rend facile cette action à distance. Mais quand il y a commencement d'inflammation, ou bien quand l'inflammation entre dans sa période de déclin, c'est avec la peau qui avoisine le lieu malade que *l'irritant transpositeur* sera mis en contact.

Ainsi, dans l'ophthalmie au début, les sinapismes seront appliqués avec grand avantage sur la nuque et à la base du cou, et dans l'inflammation commençante du gosier et du larynx (angine, laryngite) autour du cou et au haut de la poitrine.

Dans les cas de la seconde espèce, pour révulser une irritation douloureuse, soit névralgique, soit rhumatismale, c'est sur le lieu même de la douleur ou le plus près possible qu'il faut appliquer le sinapisme.

Il en est de même quand il s'agit soit d'exciter énergiquement la vitalité d'une partie, soit de rappeler une fluxion rhumatismale, goutteuse, ou herpétique (dartreuse) sur un point qui était le siége d'un travail morbide à la disparition duquel on a lieu d'attribuer une maladie nouvelle et plus grave.

Quant aux cas de la troisième espèce, où il est indiqué d'obtenir une stimulation générale du système nerveux, c'est généralement sur toute l'étendue des membres inférieurs qu'on promène de larges sinapismes. Parfois, le corps tout entier doit être livré à l'irritation sinapique (choléra algide).

Quand un organe est le siége d'une irritation très-vive, on doit savoir que les révulsifs *employés seuls* risquent d'agir sympathiquement et de déterminer d'emblée un effet de stimulation générale qui pourrait accroître le mal. « Toute révulsion dont se ressent l'organe malade est mauvaise, » a fort justement dit le professeur Gintrac. Dans une telle occurrence, et surtout quand la force, la dureté, la fréquence du pouls, la chaleur brûlante de la peau, sa coloration animée dénotent une réaction fébrile intense, il faut laisser au médecin l'emploi des moyens révulsifs, ou tout au moins en user d'une façon très-mesurée, en les appliquant le plus loin possible du cerveau et surveillant attentivement leurs effets.

C'est le cas alors de faire usage des sinapismes *dulcifiés*, dont l'impression initiale est tempérée de façon à ne point déterminer de vive secousse du système nerveux, et qui opèrent une révulsion très-réelle, bien que plus lente que celle du sinapisme ordinaire.

Un point très-important est celui de la *durée d'application* du sinapisme. On trouve dans les auteurs des dissidences singulières à ce sujet. Les uns admettent que le révulsif sinapisé peut être tenu en place pendant une heure ou deux et même plus. Pour d'autres, la sinapisation a produit son effet utile au bout de quelques minutes. La vérité est entre ces deux extrêmes. Bien que la durée d'application du sinapisme soit subordonnée à diverses conditions, en tête desquelles il faut placer la qualité plus ou moins pure et énergique de la moutarde et la *capacité irritative* du sujet, on peut limiter en moyenne le maintien *maximum* d'un sinaspisme en feuille (non dulcifié) à trente ou quarante minutes. On doit d'ailleurs se régler sur les sensations perçues par le malade. Voici comment elles se succèdent dans l'immense majorité des cas :

Au bout de deux ou trois minutes, picotement passant à la cuisson;

Au bout de huit minutes, cuisson très-vive, sentiment de tension dans la partie, battements dans les artères voisines.

De huit à vingt ou vingt-cinq minutes, changement de sensation; à la cuisson a succédé une impression *constrictive* et *gravative*, c'est-à-dire qu'on croit sentir un corps lourd qui pèse sur les muscles et les comprime; les battements artériels diminuent.

Cette période passée, le sentiment de cuisson reparaît plus intense et prend le caractère de la brûlure. La sinapisation a atteint alors son maximum d'effet utile; elle doit cesser. On ne doit même la pousser à ce point que dans des cas exceptionnels, et bien se rappeler qu'il est des natures d'enfants et de femmes très-impressionnables chez lesquelles la sinapisation ne peut être maintenue au delà de quelques minutes sans inconvénient. Chez ces sujets on *promène* les sinapismes, et la même feuille produit trois ou quatre rubéfactions successives.

Quand la sensibilité est obtuse ou abolie, comme chez les malades frappés de congestions cérébrales intenses, les épileptiques, les éclamptiques, les typhoïdes, les asphyxiés, les alcoolisés, etc., on ne doit en aucun cas *oublier* les sinapismes. Il faut les lever et les changer de place, s'il y a lieu, au bout de vingt ou trente minutes *au plus* d'application.

Généralement la douleur du sinapisme cesse quand on lève l'appareil, par l'impression subite de l'air froid. Si pourtant la cuisson continuait, on pourrait la calmer par un lavage à l'eau tiède suivi d'onctions d'huile d'olive. En cas de persistance opiniâtre de la sensation douloureuse, on se servirait avec un très-grand avantage du topique suivant formulé par Trousseau :

Onguent populeum		30 grammes.
Extrait de belladone	de chaque	60 —
— de datura stramonium		
— de jusquiame		

Enduire un linge d'une couche légère de cette pommade et l'appliquer sur la surface douloureuse.

Il est à remarquer que les topiques calmants préparés avec l'opium ou ses composés ont peu de succès dans le cas dont il s'agit.

DU MEILLEUR MODE DE PRÉPARATION DES SINAPISMES.

Procédé vulgaire du Codex. — Le procédé mis en pratique de temps immémorial consistait à délayer de la farine de moutarde dans l'eau chaude, de manière à en former une bouillie épaisse. Cette bouillie, étalée en couche de 1 ou 2 centimètres d'épaisseur sur un linge, était appliquée sur la peau.

Quand on a sous la main de la farine de moutarde de bonne qualité, cette méthode donne de bons résultats; mais que d'inconvénients pratiques elle entraîne! L'odeur du sinapisme en est désagréable et pour le malade et pour la personne qui le prépare; ce cataplasme est lourd, il salit la peau; il exige l'emploi d'un linge, d'un vase quelconque, d'eau chaude, et dans un cas de coup de sang on perd une demi-heure en préparatifs. Heureux encore quand le préparateur est une personne expérimentée qui sait que l'eau chaude ne doit pas dépasser 50 degrés au-dessus de 0.

Méthode Gubler. — Personne n'avait songé à perfectionner ou à modifier cette méthode jusqu'au moment où l'essence de moutarde apparut dans le commerce. On proposa alors d'adoucir la causticité de cette essence en la mélangeant avec de l'huile d'amandes douces et de faire des frictions sur la peau du malade. Avec ce mélange on obtient une rubéfaction très-prompte, mais il faut que le malade soit assisté de quelqu'un pour faire cette friction, et l'odeur qui se dégage de ce liniment irrite tellement les yeux du malade et des assistants que l'opération est chose fort incommode.

Procédé Cooper. — De son côté, un pharmacien de Londres, M. Cooper, simplifia considérablement le procédé. Il enduisit une feuille de papier avec une solution gommeuse de la matière âcre du *capsicum annuum* (piment enragé). Cette feuille de papier, mouillée et appliquée sur la peau, produit une irritation très-analogue à celle d'un sinapisme; c'est propre, commode et portatif. Restent comme défauts sérieux : le départ de la dissolution irritante si le papier trempe trop longtemps dans l'eau; et, d'un autre côté, si l'on mouille seule-

ment la surface, le papier se dessèche trop vite sur la peau. Dans les deux cas, l'action révulsive est nulle ou incomplète. A cet inconvénient il faut ajouter que l'action du piment enragé n'est pas la même que celle de la moutarde.

La rubéfaction qu'il procure est très-souvent suivie d'une éruption miliaire.

Procédé Lebaigue. — Mettant à profit la réaction de la myrosine sur le myronate de potasse pour produire l'essence de moutarde, M. Lebaigue (1) dit : « Si je prends deux toiles, l'une enduite de myrosine, l'autre de myronate de potasse, en superposant ces deux toiles après les avoir mouillées, la myrosine réagira sur le myronate de potasse ; il se produira de l'essence de moutarde, et j'aurai les mêmes effets sur la peau du malade qu'avec la farine de moutarde : je me débarasse ainsi de tout le parenchyme végétal qui emprisonnait les principes actifs. »

Ce sinapisme est une démonstration très-élégante de l'exactitude du travail de M. Bussy sur la moutarde. Malheureusement, la difficulté d'isoler industriellement la myrosine et le myronate, d'empêcher leur décomposition pendant la fabrication et de les conserver sur les toiles avec leurs propriétés actives, est un grand obstacle à la mise en usage de cette méthode très-scientifique. D'ailleurs, l'homme pratique pourrait lui faire ce reproche : à quoi bon ce long travail d'isolement des principes actifs de la moutarde pour les réunir ensuite sur deux toiles, quand la moutarde elle-même les offre naturellement réunis dans des proportions toujours parfaites?

Procédé Boggio. — La méthode de M. Boggio (2) est plus simple. Il étale en couches minces la farine de moutarde elle-même sur un papier enduit d'une dissolution aqueuse de dextrine, à laquelle il a ajouté de l'alcool tant qu'elle peut en recevoir sans se troubler. Il a ainsi un liquide visqueux qui ne donne pas lieu à la formation de l'essence de moutarde, mais il altère la myrosine. Celle-ci perd, sous l'influence de l'alcool, de sa propriété de réagir immédiatement sur le myronate de potasse. Il faut ensuite un temps assez long pour que la myrosine retrouve, en présence de l'eau, l'énergie nécessaire pour la production de l'essence de moutarde.

Procédé Rigollot. — Bien qu'antérieur aux deux procédés Lebaigue et Boggio, celui de Rigollot, au point de vue pratique, leur est de beaucoup supérieur.

M. Rigollot prend la poudre de moutarde dégraissée et, au moyen d'une dissolution de caoutchouc, il en fixe une couche mince sur du papier (3). Une machine spéciale donne à ce travail une régularité nécessaire, en même temps que deux cylindres compriment la couche pulvérulente et lui donne une compacité qui augmente son adhérence. Les feuilles sont, après dessiccation, coupées en petits carrés de 1 décimètre de surface et renfermées dans des boîtes métalliques imprimées sur lesquelles se lit le nom de l'inventeur et le mode d'emploi de ce nouvel agent thérapeutique.

Le procédé de M. Rigollot est donc incontestablement celui qui a résolu le problème.

LA MOUTARDE EN FEUILLES. — SES AVANTAGES. — MODE D'EMPLOI.

La forme nouvelle de sinapismes innovée par M. Rigollot, et que le corps médical et le public ont accueillie avec tant de faveur, justifie cette faveur par de réels et grands avantages au point de vue de la *sûreté d'action* et de la *commodité d'emploi.*

La sûreté d'action est une condition à laquelle le sinapisme est tenu plus que tout autre médicament; et par ce mot *sûreté* nous entendons non-seulement l'obtention certaine d'un effet révulsif suffisant, mais son obtention *rapide.*

La vie d'un homme frappé d'un coup de sang peut dépendre d'un retard de quelques minutes dans l'action d'une moutarde falsifiée, *éventée* ou mal employée.

Or, la farine de moutarde du commerce est fréquemment sophistiquée, soit au moyen de la graine du *Sinapis arvensis* (c'est la falsification la moins blâmable), soit par le marc de

(1) [illegible]vet d'invention da 11 juin 1868.
(2) Brev[illegible]'invention du 2 mai 1868.
(3) Brevet du [illegible]vril 1867.

colza ou la farine de lin. De plus, elle se trouve souvent avariée par la vétusté, qui a déterminé la rancidité de l'huile fixe et l'absorption de l'humidité de l'air, et comme conséquence la formation et l'évaporation de l'huile volatile rubéfiante.

Un pareil concours de conditions fâcheuses a pu se produire, au point que des sinapismes pris chez un épicier de campagne sont demeurés *huit heures* en place sans produire la moindre trace de rubéfaction. (Cazin.)

La poudre employée par M. Rigollot pour la préparation de ses feuilles de moutarde est de la farine de moutarde d'Alsace, en partie mondée de son tégument et débarrassée de son huile fixe. Cette huile, complétement inerte au point de vue de la sinapisation, est une cause d'altération spontanée de la farine, qui en contient quelquefois jusqu'à 28 pour 100. Cette huile est extraite en totalité par le procédé de M. Deisse (1), et la farine, ainsi préparée, joint à une activité plus grande que celle de la farine commune l'avantage précieux de ne rien perdre de ses qualités par l'effet de l'air et du temps. Voilà pour la *sûreté d'action*.

Avec la moutarde en feuilles, les médecins peuvent rayer de leurs prescriptions la recommandation habituelle d'employer de la farine fraîchement préparée. Le corps de santé de la marine française, aussi bien que l'amirauté anglaise, en adoptant cette forme inaltérable de sinapisme, se sont souvenus de l'énorme excédant de farine de moutarde envoyée en Crimée et revenue en France à l'état de poudre inerte.

Au point de vue de la commodité, il est presque superflu d'insister sur les avantages de cette préparation. La moutarde en feuilles évite, en effet, les désagréments et la malpropreté du classique cataplasme de moutarde, qui si souvent souille le linge de corps et de lit du malade; il dispense de l'emploi des linges de pansement qui sont rares dans les familles pauvres, parfois introuvables chez les célibataires. La feuille sinapisée, humectée et appliquée à l'endroit voulu, y est maintenue par un mouchoir, une bande de papier ou un lien quelconque.

Enfin, le sinapisme à la moutarde, ce révulsif par excellence est, sous cette forme et ce volume (un millimètre d'épaisseur), éminemment portatif. Les personnes sujettes à des accidents qui en nécessitent d'urgence l'emploi, peuvent emporter sur elles leurs sinapismes en *portefeuille*.

Pour se servir du sinapisme Rigollot, il n'y a qu'à l'humecter pendant une demi-minute dans de l'eau froide ou *modérément chaude*, avant de l'appliquer.

Faute d'eau on peut employer l'*urine*. Dans une revue au camp de Châlons, un officier supérieur, frappé d'une congestion cérébrale par l'insolation, a été promptement rappelé à la santé, grâce à une application immédiate de moutarde en feuilles humectée avec de l'urine. Cet officier a pu remonter à cheval quelques instants après.

Ainsi qu'il a été expliqué à la partie chimique de ce travail, l'eau, dont la température dépasse 65 degrés, ainsi que l'alcool à toute température, coagulent la *myrosine* et empêchent la formation de l'huile volatile rubéfiante. Le vinaigre de table, loin d'activer les sinapismes, les affaiblit notablement.

On constatera que les sinapismes en feuilles n'ont pas l'inconvénient de laisser des parcelles de moutarde adhérentes à la peau après qu'on les a levés. Cela tient au mode de fixation de la farine à la surface du papier. Il n'était pas difficile d'imiter en cela le procédé industriel de la fabrication du papier de verre ou des papiers peints veloutés sur lesquels on étale une couche de verre pilé ou de tontisse de laine au moyen de colle-forte. Ce qu'il fallait trouver pour la poudre de moutarde, c'était un liquide ne contenant ni *eau*, ni *alcool*, ni matière emplastique ou résineuse. L'eau aurait développé l'huile volatile; l'alcool aurait coagulé la myrosine et paralysé d'avance la force rubéfiante; les corps gras ou résineux devenaient un obstacle à ce que la moutarde pût s'imprégner d'eau au moment de l'application.

Un seul corps a réussi à l'ingénieux inventeur : c'est le caoutchouc dissous dans le sulfure de carbone ou une huile volatile. Après l'opération, le dissolvant s'évapore et laisse la farine emprisonnée dans les mailles imperceptibles d'un réseau de fibres de caoutchouc adhérentes au papier et perméables à l'eau comme la trame d'un tissu.

---

(1) Sulfure de carbone, benzine et hydrocarbure.

Pour les enfants, les femmes nerveuses et délicates, qui ne supporteraient que difficilement le sinapisme énergique applicable aux cas où il faut une révulsion rapide et profonde, M. Rigollot a fabriqué des *feuilles dulcifiées* par un mélange longuement étudié de moutarde noire et de moutarde blanche. Ce révlusif agit lentement mais graduellement, et exige vingt minutes pour produire son maximum d'effet.

Ce mode de sinapisation convient particulièrement aux jeunes filles affectées de retard dans leurs époques. Il est indiqué aussi pour les malades chez qui l'état inflammatoire ou la réaction fébrile est intense : fièvre cérébrale, fièvre typhoïde avec accidents cérébraux, etc. (voir plus haut, aux *indications générales*, et plus bas, aux *indications particulières*). Faute de ces sinapismes dulcifiés, on peut atténuer l'énergie de la feuille en interposant entre elle et la peau une ou plusieurs feuilles de papier *collé* ou du calicot mouillé.

INDICATIONS PARTICULIÈRES RELATIVES A L'EMPLOI DES SINAPISMES EN FEUILLES.

A. — Le sinapisme peut être employé à titre de *révulseur circulatoire*, c'est-à-dire pour déterminer un déplacement du sang dans les maladies ou accidents suivants :

1° Les *Congestions cérébrales.*

Le sang qui se porte en excès dans les capillaires du cerveau et de ses membranes constitue la congestion cérébrale, dont le principal caractère est le trouble ou même l'anéantissement de l'intelligence, du mouvement et de la sensibilité.

Les symptômes de la congestion cérébrale, depuis la simple pesanteur de tête, les étourdissements juqu'à l'*apoplexie* proprement dite, réclament tous l'emploi des sinapismes appliqués aux membres inférieurs (partie interne des cuisses, gras des jambes, coude-pied, plante des pieds, etc.). La révulsion doit être proportionnée en surface, en énergie, en durée, à l'intensité des accidents.

La congestion cérébrale peut résulter : de violents efforts; — de la compression du cou; — de l'insolation; — du chaud et du froid excessifs; — de l'ivresse; — de l'indigestion ; — de l'asphyxie par les gaz délétères ou par la submersion; — de l'empoisonnement par l'opium et les autres narcotiques; — des maladies du cœur; — de l'épilepsie; — de l'éclampsie.

Le tempérament dit *sanguin* y prédispose; mais il y a aussi des congestions cérébrales chlorotiques par pertubation de la circulation.

Tous les accidents dit *cérébraux* qui résultent de l'afflux exagéré du sang vers l'organe capital de l'innervation, qu'ils soient primitifs ou secondaires, qu'ils constituent la maladie principale ou que, complication toujours sérieuse d'une maladie préexistante, pneumonie, typhus, fièvre grave ou choléra à la période de réaction, albuminurie, empoisonnement par le plomb, etc., etc., ils mettent la vie en péril, sont justiciables de la *révulsion par la moutarde* appliquée aux extrémités inférieures.

Qu'on ne perde pas de vue, quand il s'agit de sujets affaiblis et surtout de *typhoïdes*, ce que nous avons recommandé ci-dessus aux *Indications générales.*

Il y aurait inconvénient à confondre la *syncope* ou défaillance avec la congestion cérébrale. Ce sont deux accidents de nature opposée. Dans la syncope, il y a anémie du cerveau, et dès lors la révulsion vers les extrémités inférieures ne pourrait qu'aggraver la situation. La pâleur, la cessation du pouls, la faiblesse des battements du cœur sont les signes certains de la syncope. Les sinapismes, quand cet accident se prolonge, sont utiles, appliqués à la région du cœur et à la nuque, comme stimulants plutôt que comme révulsifs.

Dans la perte de connaissance causée par la *commotion cérébrale*, comme à la suite d'une chute, d'un coup à la tête, la révulsion par la moutarde agirait de même que dans le cas précédent, appliquée de la même façon et le long de l'épine dorsale.

2° Les *Congestions pulmonaires*, marquées par la suffocation, la toux, une expectoration colorée de sang, quelquefois un crachement de sang (*hémoptysie*) pouvant atteindre les proportions du vomissement, réclament aussi l'emploi de la farine de moutarde.

La sinapisation des extrémités inférieures, appliquée énergiquement, combat ces accidents avec un entier succès souvent, toujours avec de bons effets.

Nous avons vu plusieurs fois, chez les phthisiques, une hémoptysie imminente être em-

pêchée par des applications de moutarde aux jambes. Le symptôme oppression disparaissait presque immédiatement après l'établissement de la rubéfaction.

3° Les *Métrorrhagies* ou pertes utérines. — Appliquer les sinapismes aux bras, aux mains, à la partie supérieure du dos. Avec la moutarde en feuilles, l'action anti-congestive est très-rapidement obtenue au bénéfice de l'utérus.

4° Les *Epistaxis* ou saignement de nez. — Sinapisation inférieure.

5° *Angines* et *Laryngites*. — Vulgairement : maux de gorge. Fréquemment, ces inflammations des muqueuses sont de nature rhumatismale, selon Trousseau. C'est ce qui explique pourquoi, prises au début, elles cèdent aisément à la révulsion locale. Deux bandes de moutarde en feuilles, appliquées autour du cou, en font souvent justice.

Quand l'inflammation des voies respiratoires provient de ce qu'on appelle communément un *rhume tombé sur la poitrine*, des applications de moutarde en feuilles sous les clavicules diminuent et même arrêtent la toux.

6° Les *Congestions* et *Fluxions* de la bouche et de l'appareil dentaire sont grandement soulagées par les sinapismes appliqués sur l'épaule ou le bras du côté malade.

7° L'*Aménorrhée* (retard ou suppression des époques mensuelles) trouve dans la moutarde en feuilles un agent congestif d'un secours précieux et d'un emploi commode, surtout sous la forme de sinapisme dulcifié. — Application à la face interne des cuisses, alternant avec des applications aux jambes.

8° La *suppression d'une manifestation goutteuse* ou *herpétique*. — La suppression, soit spontanée, soit provoquée, des manifestations locales de la goutte ou des dartres entraîne quelquefois des accidents graves. Pour rappeler à leur lieu primitif les phénomènes morbides rétrocédés, l'application du sinapisme en feuilles est un excellent moyen.

B. — Le sinapisme peut être employé à titre de *révulseur irritant*, c'est-à-dire pour détruire par un effet de contre-irritation des accidents de névrose, de névralgie ou de rhumatisme, dans les cas suivants :

1° L'*Asthme*. — En application à la base du cou, sous les clavicules, au creux de l'estomac, l'efficacité d'une sinapisation rapide et énergique contre cette cruelle maladie est incontestée.

2° Il en est de même de l'*Angine de poitrine*. La *morsure* vigoureuse d'une feuille de moutarde appliquée sur la région mammaire du côté gauche semble agir, dans l'attaque d'angine de poitrine, comme le fait l'électrisation douloureuse du mammelon, mise en œuvre avec tant de succès par Duchenne, de Boulogne.

3° Les *Névralgies* localisées, soit qu'elles aient leur siége à la périphérie du corps, soit qu'elles affectent les viscères (gastralgies, douleurs nerveuses d'intestins ou entéralgies, douleurs nerveuses du foie, etc.), se trouvent bien de l'application d'un sinapisme énergique au lieu de la douleur. Ce n'est pas malheureusement un remède assuré contre ces douloureux accidents, mais c'est un adjuvant utile des autres moyens auxquels la thérapeutique a recours pour les combattre. Bien souvent la névralgie dentaire, la *rage de dents*, a cédé à l'action dérivative d'un large sinapisme appliqué sur l'épaule et derrière le cou.

4° Les *Douleurs de tête nerveuses*, les *Insomnies* par irritation de l'organe cérébral, ne trouvent pas parfois de plus sûr calmant que la révulsion de la moutarde sur les poignets ou les jambes.

5° Tout le cortége des *douleurs musculaires rhumatismales* : torticolis, lumbagos, *pleurodynies* ou points de côté, etc., etc., sont, plus sûrement encore que les névralgies, combattus par l'application de la moutarde en feuilles *loco dolenti*.

C. — Enfin, le sinapisme a souvent un rôle à remplir comme *agent de stimulation*, soit générale, soit locale, dans :

1° Le *Choléra morbus* épidémique ou sporadique, à sa période d'algidité;

2° Le *Choléra infantile* des nourrissons.

L'action de la moutarde, dans ces graves circonstances où il s'agit de provoquer à tout prix une réaction des forces vitales, doit être vive, énergique, accomplie sur de larges surfaces.

3° Il en est de même de l'*Asphyxie par submersion* (noyés) et de l'ivresse alcoolique, surtout quand l'action du froid, jointe à celle des spiritueux, a plongé le malade dans une prostration profonde.

4° Enfin, dans les *Paralyises locales* par suite d'une impression de froid, d'une contusion violente, etc., on peut recourir avec avantage à la stimulation du sinapisme.

Mentionnons encore l'action remarquable et, en quelque sorte, spécifique de la moutarde dans les cas de piqûres d'insectes venimeux : abeilles, guêpes, moustiques, etc. Un petit rond de papier Rigollot, humecté de salive et appliquée sur la partie lésée, détruit presque immédiatement la fluxion douloureuse causée par la piqûre.

Nous bornons là ces indications. Agrandir dans ce sens notre cadre déjà trop développé serait empiéter indûment et sans réel avantage, ni pour le public ni pour le remède, sur le domaine réservé à l'homme de l'art.

ACADÉMIE DES SCIENCES.

Séance du 23 septembre 1872. — M. LE PRÉSIDENT fait connaître à l'Académie que plusieurs membres de la commission internationale du système métrique, dont les séances vont s'ouvrir à Paris le lendemain 24 septembre, assistent à la séance.

— De l'origine de la chaleur développée lorsque le mouvement communiqué à un disque métallique s'éteint sous l'influence d'un électro-aimant; par M. P.-A. FAVRE.

— M. STRUVE fait hommage à l'Académie des *Observations de Poulkova;* vol. IV. *Observations faites au cercle vertical.* — M. LE VERRIER prend la parole au sujet de cette présentation et lui adresse diverses questions concernant les observations qui se font à l'observatoire de Poulkova.

— Théorie des résidus des intégrales doubles; par M. MAX. MARIE.

— M. LE MINISTRE DE L'INSTRUCTION PUBLIQUE autorise l'Académie à prélever diverses sommes sur les reliquats disponibles des fonds Montyon, pour en faire l'emploi qui a été indiqué par elle.

— Le lieutenant de vaisseau FLEURIAIS prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les observateurs qui seront envoyés pour observer le prochain passage de Vénus.

M. Fleuriais a raison de prendre les devants; qui ne demande rien n'a rien.

— M. LE SECRÉTAIRE PERPÉTUEL signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un volume de M. CHAMPION, intitulé : *La Dynamite et la Nitroglycérine.*

— Éléments et éphéméride de la planète (103) Hera. Note de M. LEVEAU, présentée par M. YVON-VILLARCEAU.

— Résultats d'une recherche des caractéristiques des systèmes élémentaires de quartiques. Note de M. H.-G. ZEUTHEN, présentée par M. CHASLES.

— Sur la polarisation et la fluorescence de l'atmosphère. Note de M. A. LALLEMAND, présentée par M. FAYE. — L'auteur est conduit, par l'étude assidue qu'il vient de faire de la polarisation atmosphérique, à la considérer comme un cas particulier du phénomène de l'illumination des corps transparents par la lumière naturelle.

La polarisation de l'atmosphère est le résultat, dit-il, d'une dissémination moléculaire, due sans doute à une condensation particulière de l'éther autour de chaque molécule aérienne. A ce point de vue, la lumière atmosphérique polarisée devrait être blanche, et c'est, en effet, ce qu'indiquent les couleurs complémentaires du polariscope à lunules. Lorsque les deux images sont en partie superposées, elles reproduisent de la lumière qui, par contraste, paraît sensiblement blanche.

J'attribue la couleur bleue de l'atmosphère à un phénomène de fluorescence quinique ou hypochromatique, c'est-à-dire avec changement de réfrangibilité dû à une absorption partielle des rayons chimiques ou ultra-violets. La plupart des liquides incolores et des solutions salines possèdent, à des degrés divers, cette espèce de fluorescence qu'on observe aisément avec des rayons ultra-violets polarisés, ou plus simplement encore en observant avec un biprisme de Biot le liquide illuminé par de la lumière naturelle. Lorsque la section principale du prisme est normale au faisceau lumineux, l'image extraordinaire ne s'éteint pas

complétement et renferme toujours la moitié de la lumière neutre due à la fluorescence. Cette image est le plus souvent colorée en bleu clair, et cette nuance persiste quand on interpose sur le trajet du faisceau un vert violet foncé. On reconnaît ainsi que la fluorescence quinique est une propriété presque générale des substances incolores et diaphanes. Elle est énergique, par exemple, dans les sels d'alumine les plus purs en solution aqueuse; plus faible, quoique facilement observable, dans les sels ammoniacaux. On ne saurait nier d'ailleurs le pouvoir absorbant de l'atmosphère pour les rayons chimiques. M. Roscoe, en particulier, a prouvé combien le soleil couchant est pauvre en rayons de cette espèce. Il serait difficile, pour le moment, d'apprécier le rôle que jouent dans cette absorption les divers éléments de l'air et la vapeur d'eau. Une étude photographique plus approfondie du spectre chimique nous édifiera peut-être un jour à cet égard.

— Nouvelle préparation de l'acide chromique; par M. E. Duvillier. — L'auteur traite le chromate de baryte par l'acide nitrique. Voici les proportions :

Chromate de baryte	100 parties.
Eau	100 —
Acide nitrique à 40 degrés	140 —

On verse d'abord l'eau sur le chromate de baryte, pour en former une bouillie, puis ensuite l'acide nitrique.

A la liqueur devenue rouge on ajoute 200 parties d'eau, et l'on fait de nouveau bouillir pendant dix minutes. La liqueur, abandonnée à elle-même, laisse déposer rapidement le nitrate de baryte.

Le liquide surnageant est de nouveau évaporé pour faire séparer le nitrate de baryte qui reste encore. Quand la plus grande partie du nitrate de baryte est séparée, par refroidissement et cristallisation, on évapore la liqueur presque à sec, ajoutant de l'eau à plusieurs reprises et répétant ces opérations jusqu'à ce qu'un bouchon trempé dans l'ammoniaque ne décèle plus de fumées blanches, on peut être assuré alors d'avoir chassé tout l'acide nitrique.

L'acide chromique suffisamment concentré cristallise en mamelons noirs. Si l'on craint qu'il ne reste un peu de nitrate de baryte dans l'acide chromique, on peut le séparer par un peu d'acide sulfurique qui précipitera la baryte à l'état de sulfate. — L'acide nitrique mis à nu sera séparé par l'évaporation.

Il y a plus de quarante ans que nous préparions l'acide chromique de cette manière, et nous n'inventions rien, puisque la méthode est décrite dans les ouvrages de chimie.

Seulement, nous prenions ce chromate de baryte tout frais précipité, afin qu'il se dissolve mieux, et nous ne croyions pas nécessaire d'employer de l'acide nitrique à 40 degrés pour y ajouter de l'eau ensuite. En précipitant la baryte par l'acide sulfurique, nous régénérions l'acide nitrique qui redissolvait une nouvelle quantité de chromate de baryte dont nous séparions la baryte de la même manière et répétions l'opération plusieurs fois. — Le procédé de M. Duvillier n'est donc pas de la première nouveauté.

— Sur les différents mouvements vibratoires produits par les composés explosifs; par MM. P. Champion et H. Pellet. — Dans une note précédente, nous avons cherché à démontrer que la décomposition instantanée des corps explosifs était due à des mouvements vibratoires indépendants de l'action du choc et de la chaleur. Ces mouvements vibratoires sont-ils d'espèce différente, et peut-on, par une méthode indirecte, prévoir d'avance leur mode d'action sur d'autres composés explosifs? Telle est l'étude qui fait l'objet de cette note.

M. Abel a constaté que, tandis que l'explosion d'une faible quantité de fulminate de mercure est apte à provoquer celle du coton-poudre comprimé, des quantités très-considérables d'iodure d'azote ou de nitroglycérine sont incapables d'amener ce résultat, même en employant des quantités telles de ces deux composés explosifs, que la force mécanique développée par leur explosion soit de beaucoup supérieure à celle qui est produite par la charge de fulminate de mercure nécessaire à l'explosion du coton-poudre.

Pour expliquer ces faits, nous avons d'abord cherché à établir que les mouvements vibratoires engendrés par les composés explosifs varient singulièrement, suivant la nature de ces derniers et les quantités sur lesquelles on agit.

Soit une série de flammes *sensibles* correspondant à la gamme de *sol* majeur, en prenant le

la normal pour point de départ (1) et disposées suivant les précautions indiquées par MM. Tyndall et Schaffgotsch. La sensibilité des flammes chantantes varie avec un certain nombre de circonstances, telles que la forme des brûleurs, l'épaisseur de leurs parois et la position qu'ils occupent dans les tubes de verre. Chaque note était réglée successivement à l'aide d'un cylindre en carton, que l'on fixait sur le tube dont on déterminait approximativement la longueur par un essai préalable. La pression du gaz exerçant aussi une grande influence sur la sensibilité des flammes, nous avons eu recours au régulateur Giroud, dont nous avons constaté la constance à des pressions très-variables.

Première expérience. — A 5 mètres de distance de l'appareil, on a disposé une enclume sur laquelle on plaçait successivement de l'iodure d'azote et du fulminate de mercure, renfermés entre deux membranes de baudruche, pour rendre plus commode le maniement de l'iodure d'azote et éviter les déperditions au moment de l'explosion provoquée à l'aide d'un marteau. Chaque sachet renfermait $0^{gr}.03$ de composé explosif. L'iodure était pesé à l'état humide, en déterminant à l'avance, par un essai direct, la quantité d'eau qu'il renfermait.

Dans ces conditions, l'iodure d'azote était sans action sur les flammes, tandis que le fulminate de mercure produisait le *départ* des flammes correspondant aux notes suivantes : *la, do, mi, fa, sol.* C'est, du moins, ce qui résulte de nombreuses experiences, qui n'ont présenté que de rares écarts.

Il semble donc qu'on peut conclure de là, non-seulement que l'iodure d'azote et le fulminate de mercure développent des vibrations différentes, mais, en outre, que les mouvements déterminés par le fulminate agissent sur certaines notes, à l'exclusion des notes intermédiaires.

Deuxième expérience. — Si l'on réduit à $3^{m}.50$ l'intervalle qui sépare l'enclume de l'appareil, l'iodure d'azote influence les notes supérieures, tandis que le même poids de fulminate agit sur toute la gamme. Les différences que nous avons signalées précédemment se manifestent donc encore.

Si, dans les expériences précédentes, on porte à 2 décigrammes le poids de l'iodure d'azote, et qu'on le place à une faible distance de l'appareil analyseur, la gamme entière est influencée.

On peut donc se rendre compte, à l'aide des expériences qui précèdent, des modifications produites sur les vibrations en augmentant la quantité de matière détonnante, et concevoir, par suite, qu'il doit exister un rapport déterminé entre l'impressionnabilité des composés détonnants, comme le coton-poudre, la nitroglycérine, la dynamite et la quantité de corps explosif qui sert d'amorce. M. Abel a démontré, en effet, que la charge de fulminate de mercure capable de faire détonner la nitroglycérine est sans action sur le coton-poudre comprimé. Nous avons pensé qu'on pourrait tirer de là quelques autres conclusions. On a vu que les flammes sont diversement influencées quand on modifie la distance de l'explosion, pour un même poids de composé explosif, et que cette influence agit des notes élevées aux notes basses. Il en résulte que les sons élevés prédominent dans les explosions, ou sont doués d'une plus grande amplitude : on pourrait peut-être rapprocher ce fait des résultats obtenus par M. Lucas dans ses récentes expériences (2). Ce savant a démontré en effet, à l'aide de cloches de poids différents placées sous l'eau, que les sons aigus possèdent une amplitude supérieure à celle des sons graves.

Troisième expérience. — En étudiant comparativement, par le même procédé, les mouvements vibratoires produits par le fulminate de mercure et la nitroglycérine, nous n'avons pu constater la différence d'action qui caractérise l'iodure d'azote. Cependant M. Abel a démontré, par des expériences précises, que, tandis que le fulminate de mercure provoque l'explosion du coton-poudre comprimé, un excès de nitroglycérine, dans les mêmes conditions, ne peut produire le même effet.

---

(1) Dans une première disposition, nous avions employé la gamme chromatique complète ; mais, outre les difficultés que présente le réglage d'un aussi grand nombre de flammes, les distances relativement faibles qui séparent chaque note donnaient à cet appareil une sensibilité trop considérable.

(2) *Comptes-rendus*, n° 22, uillet 1872, p. 206.

On peut expliquer cette anomalie apparente par le peu d'étendue de notre appareil analyseur, et nous ne doutons pas que, en prolongeant la série des flammes graves, on arriverait à constater, entre ces composés, des différences analogues à celle que nous avons établie pour le fulminate de mercure et l'iodure d'azote. Ce fait n'infirme donc en rien la théorie que nous avons exposée.

Le nitroglycol, la nitroérythrite et la nitrodulcite paraissent se rapprocher de la nitroglycérine sous le rapport des mouvements vibratoires.

On pourrait sans doute, dans cette méthode expérimentale, substituer aux flammes chantantes l'appareil de M. Helmholtz.

— Sur les diaphragmes et les réseaux fibro-vasculaires des tiges et des feuilles de certaines monocotylédones; par M. J. Duval-Jouve.

— Complément d'observations sur l'exercice de l'action filonienne dans les météorites; par M. Stanislas-Meunier.

— Observations sur les graviers alluviens des plaines de la Garonne, au village de Portet, près de Toulouse; par M. F. Garrigou.

— M. Jules Guérin ayant revendiqué dernièrement à l'Académie contre M. Dieulafoy l'invention de la méthode d'aspiration pour l'évacuation des liquides épanchés dans les cavités closes du corps humain, M. Bouvier, un ancien concurrent de M. J. Guérin et un des excellents confrères qui le détestaient le plus cordialement à l'époque ou Passy luttait contre la Muette, réclame à son tour en faveur de M. Gabriel Pelletan, qui aurait, en 1831, communiqué à l'Académie de médecine un mémoire *Sur les inconvénients de la présence de l'air dans les foyers et sur les moyens d'y remédier*. A ce mémoire était joint un instrument à l'aide duquel on pouvait extraire, des cavités splanchniques et de tous les foyers quelconques, les liquides qu'ils renferment, sans que l'air extérieur pût pénétrer dans ces cavités et ces foyers.

Ce qui nous est agréable dans cette réclamation, c'est d'apprendre que M. Gabriel Pelletan, aujourd'hui octogénaire, est toujours vivant. — Nous l'avons connu chez notre père, il s'occupait beaucoup de chimie, et amateur passionné des flacons avec étiquettes vitrifiées, alors dans toute leur nouveauté, il en garnissait *tous* les murs de *toutes* ses chambres, mais il n'y mettait jamais rien dedans; c'était mon père qui n'était pas content de lui voir emporter sans cesse rien que de l'air dans ses flacons. — Il est probable qu'inventeur d'une pompe en cristal pour aspirer les liquides dans les cavités splanchniques, il n'y aura également jamais rien mis dedans.

— M. A. Guillemin, à propos de la communication de M. Faye concernant un mémoire de M. Hirn, sur les conditions d'équilibre et la nature probable des anneaux de saturne, rappelle un passage des « Éléments d'astronomie » de Cassini II, passage bien connu des astronomes, d'après lequel les anneaux ne seraient sans doute qu'un amas de satellites, disposés à peu près dans un même plan.

— M. Dumas analyse les documents adressés à la commission du *Phylloxera* par deux de ses délégués, M. Duclaux et M. Maxime Cornu.

— M. P. Thenard présente ensuite, à propos de ces communications, des observations pleines de ce gros bon sens qui lui est habituel et pour lequel il n'a pas de rival à l'Académie.

— M. Chasles analyse les derniers cahiers du *Bulletin* du prince Boncompagni. Si ce recueil n'a pas d'abonnés, ce ne sera pas la faute de ce bon M. Chasles.

— Sur l'aspect du soleil vers le 9 août. Note de M. J. Capello. Quatre clichés accompagnent cette note.

Séance du 30 septembre. — M. le Président fait connaître à l'Académie les noms des membres de la commission du système métrique, nouvellement arrivés, qui assistent à la séance.

— Sur la démonstration de la formule qui représente l'action élémentaire de deux courants; par M. J. Bertrand.

— Détermination immédiate, par le principe de correspondance, du nombre des points

d'intersection de deux courbes d'ordre quelconque, qui se trouvent à distance finie; par M. Chasles.

— Note sur la stabilité des couleurs fixées sur les étoffes en général et sur la soie en particulier. — M. Chevreul, un savant solide et bon teint surtout, vient se plaindre du peu de solidité des nouvelles couleurs d'aniline; il rappelle qu'il y a douze ans, lorsque ces couleurs commencèrent à devenir industrielles dans les ateliers de teinture, il exposa à l'Académie ses idées sur la conséquence fâcheuse, pour l'industrie et le commerce de la France, que pourrait avoir l'usage de ces matières colorantes malgré leur beauté et leur éclat.

Voyons aujourd'hui, dit-il, 30 de septembre 1872, si, à partir du 18 de juillet 1860, je n'étais pas fondé à appeler l'attention des autorités compétentes sur des faits dont je prévoyais la gravité à l'égard de l'industrie et du commerce français.

Pour justifier mes prévisions, il me suffira de citer le fait qui se produit actuellement.

M. M..., fabricant d'étoffes de Lyon destinées à l'ameublement, est à la tête d'une maison de Paris dont la clientèle est aussi riche que distinguée.

Tout récemment, une tenture de damas, d'une couleur verte rabattue par du noir, a été mise en place dans le cabinet de travail d'un riche banquier (l'état ne fait rien à l'affaire), alors absent de Paris. Quelques jours après la pose de la tenture, on a reconnu une altération profonde de couleur dans une portière. M. M... s'est plaint au teinturier de Lyon, qui n'a pas hésité à attribuer la cause de l'accident à l'éclairage au gaz. M. M... est venu me consulter et m'a laissé un échantillon du damas, que je mets sous les yeux de l'Académie, mais non sous ceux du lecteur, qui ne peut voir dans quel état était devenue l'étoffe.

Suit une longue série d'expériences faites par M. Chevreul avec l'étoffe exposée *non au gaz*, mais à la lumière du jour.

Maintenant, reprend M. Chevreul, que faire pour remédier à cet état de choses? c'est bien simple : laisser de côté les couleurs d'aniline (*c'est M. Poirrier qui ne serait pas content!*) et reprendre les anciennes teintures, indigo, cochenille, etc., etc.

— Recherches spectroscopiques solaires, communiquées; par le P. Secchi.

— Théorie des résidus des intégrales doubles (suite et fin), par M. Max. Marie.

— M. Bertrand présente un ouvrage posthume de M. Duhamel, intitulé : *Essai d'une application des méthodes à la science de l'homme moral.*

— Recherches sur les propriétés antifermentescibles et l'action physiologique du silicate de soude; par MM. A Rabuteau et Fernand Papillon. — M. Dumas vient de perfectionner, d'une manière aussi judicieuse au point de vue des principes que féconde à celui des résultats, la méthode d'examen des propriétés physiologiques des corps. Il vient de faire voir l'utilité d'en rechercher l'influence, non-seulement sur les organismes supérieurs, mais encore sur les êtres microscopiques, et, en général, sur les substances, organisées ou amorphes, auxquelles est départi l'ouvrage complexe des fermentations. — Quand le mémoire de M. Dumas a paru, nous étions occupés depuis plusieurs mois, chacun de notre côté, à des expériences sur l'action physiologique des composés minéraux et organiques du bore et du silicium. Depuis les révélations de l'illustre chimiste concernant les propriétés du borate de soude dans ses rapports avec les effets du silicate de la même base, nous les avons reprises en commun, et ce sont les premiers résultats de cette étude que nous soumettons aujourd'hui à l'Académie.

Action sur la fermentation alcoolique. — On prépare quatre échantillons de moût de raisin, de 100 centimètres cubes chacun. Le n° 1 reste pur, on ajoute aux n°s 2, 3 et 4 respectivement 50 centigrammes, 1 gramme et 2 grammes de silicate de soude. Dès le surlendemain, la fermentation s'établit dans les bocaux n°s 1 et 2, moins active dans le second que dans le premier. Les liquides n°s 3 et 4 sont intacts. Elle continue, les jours suivants, dans les deux premiers, qui sont couverts de mousse et dégagent une forte odeur alcoolique. Les deux autres demeurent inaltérés. Au bout de huit jours, il en est encore ainsi.

Action sur la fermentation de l'urée. — On prend quatre vases dans chacun desquels on met 100 centimètres cubes d'urine. L'urine n° 1 est laissée telle quelle. Les urines n°s 2, 3 et 4 reçoivent 50 centigrammes, 1 gramme et 2 grammes de silicate de soude. Dès le surlendemain, la portion n° 1 est en pleine putréfaction ammoniacale, le n° 2 sent à peine l'ammo-

niaque, les nos 3 et 4 n'ont pas d'odeur. Les jours suivants, la fermentation se prononce davantage dans le no 2; elle est à peine sensible dans le no 3 et nulle dans le no 4. Au bout de quinze jours, ce dernier ne présente pas trace de décomposition.

Action sur la fermentation lactique. — On prépare deux liqueurs, l'une de 100 centimètres cubes de lait avec un quart de son volume d'eau, l'autre de 100 centimètres cubes de lait avec un quart de son volume d'une solution de silicate de soude au vingt-cinquième. Dès le lendemain, la première est aigre, la seconde n'a pas changé, à cela près que la crème surnage au-dessus du liquide. Au bout de cinq jours, le lait aqueux est très-acide et complétement caillé. Le lait silicaté, au contraire, n'a aucun des caractères chimiques ou organoleptiques de l'acidité, et, si l'on en sépare la crème, il reste un liquide alcalin, un peu épais, d'une limpidité remarquable, sans un seul flocon de caséine.

Action sur la fermentation amygdalique.. — Une émulsion de trois amandes douces et trois amandes amères est faite avec de l'eau ordinaire. Elle exhale immédiatement un parfum prononcé d'hydrure de benzoïle qui persiste. Une émulsion semblable, faite avec le même volume d'une solution de silicate de soude au vingt-cinquième, est complétement inodore. Après dix jours, la première liqueur a encore son odeur et son goût; la seconde n'a acquis ni l'un ni l'autre.

En somme, le silicate de soude, à certaine dose, empêche toute manifestation des agents divers de la fermentation et de la putridité.

L'action de ce sel est donc entièrement comparable à celle du borax; seulement elle est plus énergique, ainsi que nous l'avons reconnu dans quelques expériences comparatives. Par exemple, il faut moins de silicate que de borate pour empêcher la fermentation de l'urine. Cette différence dans l'intensité d'action n'est pas surprenante, car nous avons reconnu, dans des expériences faites sur les animaux supérieurs, que le silicate était plus énergique que le borate. Ainsi, tandis que l'injection de 1 et de 2 grammes de borax pour 40 grammes d'eau, dans les veines d'un chien, ne provoque aucun trouble dans la santé de cet animal, l'injection de 1 gramme seulement de silicate de soude, dans les mêmes conditions, détermine la mort. Chez un chien qui avait reçu dans la veine 1 gramme de ce sel, en solution aqueuse, on observa, dans la journée, des effets purgatifs, puis des vomissements. Dès le lendemain, les urines renfermaient de l'albumine, mais point de sucre. Les jours suivants, l'appétit diminua, il y eut encore quelques vomissements; l'urine était toujours albumineuse. L'animal mourut neuf jours après l'injection.

A l'autopsie, on trouva l'estomac congestionné et renfermant un liquide noirâtre, le cœur rempli de caillots avec un peu de sang fluide, les poumons congestionnés ; la vessie contenait un peu d'urine albumineuse. Les tubuli du rein, examinés au microscope, faisaient voir des cellules épithéliales graisseuses.

Ainsi, le silicate de soude avait troublé profondément la nutrition. L'action en est plus énergique que celle du borax, aussi bien sur les organismes supérieurs que sur les inférieurs et les ferments. Ce résultat confirme une fois de plus la loi atomophysiologique formulée par l'un de nous, à savoir qu'un corps simple est d'autant plus actif que le poids atomique en est plus élevé et la chaleur spécifique plus faible.

La méthode nouvelle, à laquelle M. Dumas vient d'attacher son nom, nous voulons dire l'étude systématique des composés qui agissent sur la vie des ferments, sans compromettre gravement celle des organismes élevés, paraît pleine d'avenir pour la physiologie et la thérapeutique. Dès aujourd'hui, on comprend les effets du borax, employé depuis longtemps dans certaines affections, telles que le muguet, et l'on est en droit de signaler aux praticiens les propriétés du silicate de soude, comme probablement efficaces, à des degrés divers, contre les maladies parasitaires, infectieuses, virulentes, putrides, etc. Il serait téméraire d'affirmer que ces sels triompheront d'aussi redoutables états ; mais c'est du moins une conjecture plausible et rationnelle, qu'il convient de soumettre, sans tarder, à l'épreuve des faits.

— Du parasitisme végétal dans les altérations du pain; par MM. F. Rochard et Ch. Legros. Il résulte de nos recherches que les moisissures variées qui se développent sur le pain ne constituent pas une sorte de maladie épidémique résultant de la présence de certains germes dans l'atmosphère, mais qu'elles surviennent lorsque le pain est mal fabriqué avec

une farine inférieure, et conservé dans de mauvaises conditions. Le pain altéré devient un terrain favorable au développement des mucédinées, et si, le plus souvent, on trouve en abondance des champignons de couleur orangée, il n'est cependant pas rare de rencontrer en même temps d'autres cryptogames diversement colorés. L'humidité et l'acidité du pain, son séjour dans des lieux obscurs sont des causes favorables au développement des moisissures.

Les taches vertes du pain sont formées, tantôt par l'*aspergillus glaucus*, tantôt par le *penicilium glaucum;* les taches noires qui sont très-fréquentes et qui ne tardent pas à envahir les taches orangées et vertes, dépendent de la présence du *rhisopus nigricans;* les taches blanches sont formées par le *mucor mucedo*; quelquefois il s'y joint le *botrytis grisea.*

On a prétendu que les champignons orangés du pain étaient dangereux; tel n'est pas notre avis. Nous avons donné pendant quinze jours, à deux rats, de fortes doses de ces champignons, et leur santé n'a été nullement altérée. Un autre rat, nourri pendant sept jours avec de la viande contenant du *rhisopus nigricans,* montrait un grand dégoût pour cette alimentation; mais il n'est pas mort.

On évitera cettte maladie du pain par une bonne fabrication, par une cuisson complète, qui détruit les ferments, par la conservation dans un lieu sec, aéré et bien éclairé.

Nous avons constaté qu'un excès de sel, ajouté au pain, n'empêche pas la production des mucédinées.

— Sur le mouvement des planètes autour du soleil, d'après la loi électrodynamique de M. Weber. Note de M. F. Tisserand, présentée par M. Bertrand.

— Éphémérides et éléments de la planète (122); par M. Stéphan.

— Observation de la planète (95), Aréthuse; par M. R. Luther.

— Sur le magnétisme. Note de M. Trève.

— Observations sur les métamorphoses des poissons osseux en général et particulièrement sur celle d'un petit poisson chinois du genre macropode, récemment introduit en France; par M. N. Joly, présenté par M. Milne-Edwards.

— Sur la connexion qui existe entre le système nerveux et le système musculaire dans les hélices; par M. Sicard. Note présentée par M. Milne-Edwards.

— Sur un procédé de destruction du *Phylloxera,* par l'enfouissement et la destruction ultérieure des jeunes sarments; par M. Lichtenstein.

— M. Rainaud, d'une part, M. Peyrat, de l'autre et M. Louvet à son tour, présentent chacun de son côté un nouveau procédé pour la destruction du dit insecte. Voilà bien des médecins pour la pauvre vigne, qui pourrait bien mourir par trop de remèdes.

Séance du 7 octobre. — M. le Président annonce qu'un autre membre de la commission du mètre, nouvellement arrivé à Paris, assiste à la séance. N'ayant pas nommé les autres savants, nous taisons également le nom de celui-ci, afin de ne pas faire de jaloux.

— Observations sur la nature des diverses parties de la fleur (campanulacées); par M. Trécul.

— Note sur un mémoire de M. Clerk-Maxwell, sur la stabilité des anneaux de Saturne; par M. Faye.

— Sur l'exactitude qui doit être attribuée à la valeur du coefficient constant de l'aberration, déterminée à Poulkova; par M. Otto Struve.

— Recherches sur la dissociation cristalline (suite); — Aluns; par MM. P. A. Favre et C. A. Valson.

— Etudes sur les échinoïdées; par M. S. Loven.

— Structure des végétaux hétérogènes, par M. Th. Lestiboudois.

— Sur les effets de la communication latérale du mouvement d'un cours d'eau qui traverse un réservoir, et sur les dépôts ou bancs de sable qui en résultent. Note de M. de Caligny.

— M. Chevreul présente les travaux de M. P. Havrez sur la teinture, et annonce qu'il répondra à un écrit signé A. Gruyer, qui l'accuse *d'avoir plutôt entravé qu'avancé les manufactures de l'État, par ses recherches sur les couleurs.* L'Académie me permettra donc de lui faire

l'histoire des cercles chromatiques. M. Gruyer est sûr de passer un mauvais quart d'heure, quant à l'Académie on peut être certain qu'elle ne s'amusera pas absolument.

— M. Dumas fait hommage à l'Académie, au nom de M. Jacobi, d'une brochure intitulée *Réduction galvalnique du fer sous l'influence d'un solénoïde électro-magnétique puissant.*

— Sur les courants d'induction développés dans la machine de M. Gramme (suite et fin); par M. J. M. Gaugain.

— Sur l'efficacité des paratonnerres; par M. Fonvielle. — M. le ministre de l'instruction publique ayant bien voulu (et il a bien fait) m'accorder la mission d'étudier les effets des orages en Angleterre, j'ai la satisfaction d'annoncer à l'Académie que l'Association britannique pour le progrès des sciences a reconnu l'importance des questions soulevées par les accidents nombreux dont la foudre a été la cause de l'autre côté du détroit.

Une commission de sept membres, présidée par M. James Glaisher, de l'observatoire de Greenwich, a été chargée de faire un rapport sur les moyens d'augmenter l'efficacité des paratonnerres et sur tous les cas dans lesquels ils paraissent en défaut. Après avoir voté des remercîments à M. le ministre de l'instruction publique en France, qui avait été en quelque sorte l'instigateur de sa nomination, le comité a immédiatement commencé ses travaux, et s'occupe de la rédaction de pièces que j'aurai prochainement à communiquer à l'Académie. Mais, des sinistres considérables appelant en ce moment l'attention publique sur les paratonnerres, je crois que l'Académie me pardonnera de lui présenter en mon nom personnel un certain nombre de faits, parmi ceux que j'ai appris à l'occasion de notre travail collectif. » Suit une assez longue série de coups de foudre, que c'est comme un bouquet de fleurs.

— Sur l'action du borax dans les phénomènes de fermentation; par M. Béchamp. Une nouvelle piste venant d'être signalée pour l'étude des ferments, M. Béchamp y court naturellement, et avec lui, n'en doutons pas, suivra toute une famille d'enfonceurs de portes ouvertes.

— Sur des lignes de faîte et de thalwey; par M. Boussinesq.

— De quelques caractères extérieurs qui différencient les sexes chez l'écrevisse fluviale; par M. E. Gouriet.

— Sur la détermination des proportions des substances végétales dans les eaux potables ou insalubres; par M. E. Monier. Voici en quels termes M. de Parville rend compte de la communication si importante de M. Monier.

« M. E. Monier envoie une note sur la pureté relative des eaux potables de la ville de Paris. On se tromperait beaucoup si l'on supposait qu'une eau qui ne contient pas de sels calcaires en excès est une eau bonne à boire, une eau de table. La quantité de matières organiques tenues en suspension dans le liquide joue également un rôle considérable sur la santé. On sait l'action des sulfates calcaires; ils rendent l'eau lourde, indigeste; on ne peut jamais savoir exactement l'influence des matières organiques renfermées dans l'eau; les unes peuvent être inertes, mais les autres peuvent être actives, renfermer des corpuscules nuisibles, des germes de maladie de toute nature. Ce sont surtout ces particules organiques qu'il faut redouter. Aussi quand il s'agit d'alimenter d'eau une grande ville, doit-on surtout repousser l'usage des eaux souillées par les détritus de toute une population, les eaux de rivière ou de fleuve qui ont traversé de grands centres industriels.

C'est ainsi que bien que, l'eau de Seine se trouve dans de conditions admirables au point de vue de sa composition chimique, elle est, au contraire, au point de vue des matières animales et végétales qu'elle charrie sans cesse, dans des conditions détestables pour être bue constamment par la population. C'est pour remédier à sa mauvaise qualité que l'on a fait venir à Paris des eaux de source, telles que celles de la Dhuys, qui contiennent très-peu de substances susceptibles de fermenter.

M. Monier, pour bien mettre en relief la différence de qualité des eaux de Seine et des eaux de la Dhuys, a eu recours à un procédé d'analyse chimique très-simple, qui permet de doser la matière organique en suspension dans le liquide. On prend pour cela une solution filtrée de permanganate de potasse. Cette solution est colorée; de la quantité qu'il en faut verser dans une eau donnée pour décolorer la liqueur, on en conclut la richesse de l'eau en matières organiques.

C'est ainsi qu'on put immédiatement savoir que l'eau de la Duys contient pour un volume

donné à peine un cent-millième de matière organique. L'eau de Seine, au contraire en renferme des proportions considérables. Pour un cent-millième de matière organique, il faut employer 5 dixièmes de milligramme de permanganate de potasse en dissolution dans un litre d'eau. Au lieu de 5 dixièmes de milligramme, il en faut pour l'eau de Seine 45 dixièmes, et encore, avant son entrée dans Paris. Mais ce chiffre s'élève progressivement au fur et à mesure que le fleuve traverse la ville et se souille au contact de ses impuretés. Au Pont-Royal, ce chiffre est de 57; après Asnières, à 500 mètres de l'égout collecteur, il s'élève à 140 et même à 150. A partir de Saint-Ouen, la diffusion a commencé à se produire : ce chiffre s'abaisse à 76; à Saint-Germain, il est encore de 74; à Poissy, après l'embouchure de l'Oise, il descend à 51.

Il est inutile, après les nombreux relevés faits par M. E. Monier, d'insister autrement sur les impuretés de l'eau de Seine. On a évidemment bien fait de nous amener des eaux dépourvues de détritus et que l'on peut boire en toute sécurité, même en temps d'épidémie, puisqu'elles ne sont pas le réceptacle d'immondices, et qu'elles nous arrivent de loin.

M. Dumas rappelle à ce propos une expérience qu'il fit au moment où il s'agissait de décider si l'on exécuterait les travaux d'aménagement des eaux de source de la Dhuys et de la Vanne. Il remplit un certain nombre de bouteilles d'eau de diverses provenances; depuis l'eau de source, l'eau de la Dhuys, jusqu'à l'eau de Seine et l'eau du canal de l'Ourcq. Il conserva ces bouteilles dans son cabinet pendant plusieurs années.

Au bout de ce temps, l'eau de la Dhuys était aussi pure que le premier jour, parfaitement claire et absolument inodore. L'eau de la Seine, au contraire avait subi une altération notable. Quant à l'eau de l'Ourcq, son odeur et son trouble indiquaient une altération profonde. M. Dumas déduit de là une définition bien simple des eaux bonnes à boire. « Une eau potable, dit-il, est une eau qui, mise en bouteilles se conserve sans altération. »

Nous nous rappelons qu'à l'exposition de 1867, on avait versé dans les grands récipients des eaux de diverse provenance, des eaux de Seine entre autres, et des eaux de la Dhuys; des étiquettes disposées au fond de chaque réservoir indiquaient l'origine de ces eaux. Il était facile de juger, d'après la netteté avec laquelle on pouvait lire ces inscriptions, de la pureté relative de chaque eau. L'eau de la Dhuys était absolument sans rivale; prise en masse, elle est bleue comme l'eau du lac de Genève; on sait que cette coloration azurée est un signe de grande pureté; on ne rencontre cette teinte que dans des lacs choisis où les matières organiques font généralement défaut.

De ce qui précède il ne faudrait pas conclure qu'une eau très-pure est une eau potable; à la condition de pureté physique il faut absolument joindre toujours la composition chimique. Ainsi l'eau de pluie est une eau qui peut être pure, dépouillée de matières organiques, quand elle est recueillie convenablement, et cependant elle est lourde à l'estomac; elle ne renferme pas en effet assez d'air en dissolution et surtout elle est dépourvue de sels. En général, il faut qu'une eau renferme quelques décigrammes de sels calcaires par litre pour être bonne. Au-delà de 5 à 6 décigrammes par litre, les eaux deviennent d'une digestion difficile.

Les matériaux fixes de l'eau sont des sels de chaux, de magnésie et des sels alcalins et un peu de silice.

Les sels calciques sont le carbonate, le sulfate, quelquefois des traces de chlorures, d'azotate et de phosphate. Le carbonate de chaux, presque insoluble dans l'eau pure, se dissout dans l'eau chargée d'acide carbonique; de petites quantités dans l'eau sont favorables à l'organisme. Notre corps a besoin de sels calcaires pour la nutrition du système osseux.

Le sulfate de chaux existe en dissolution dans beaucoup d'eaux, principalement dans les eaux de source ou de puits. Lorsque la proportion ne dépasse pas 15 à 20 centigrammes par litre, ces eaux peuvent être appliquées sans inconvenients aux usages économiques; on les reconnaît facilement au précipité floconneux qu'elles forment avec le savon. »

— Nouvelles expériences pour démontrer que le germe de la levûre qui fait le vin provient de l'extérieur des grains de raisin; par M. Pasteur. — J'ai préparé quarante ballons à cols sinueux du genre de ceux qui m'ont servi à démontrer que l'altération des matières organiques est due à des germes d'organismes microscopiques en suspension dans l'atmosphère,

avec cette différence, toutefois, que la tubulure du ballon étirée en col de cygne n'est pas seule. Chaque ballon porte une seconde tubulure droite fermée par un tube en caoutchouc muni d'un bouchon de verre. Dans les quarante ballons j'introduis du moût de raisin filtré parfaitement limpide, et qui, comme tous les liquides un peu acides que j'ai employés autrefois, demeure intact après son ébullition, quoique l'extrémité du col sinueux soit ouverte.

Dans quelques centimètres cubes d'eau, je lave un fragment d'une grappe de raisin. Au microscope, je constate l'existence d'une multitude de corpuscules organisés, ressemblant, à s'y méprendre, soit à des spores de moisissure, soit à une levûre alcoolique, soit enfin à du *mycoderma vini* (1). Cela fait, dans dix des quarante ballons, je ne sème rien ; dans dix autres, je dépose, à l'aide de la seconde tubulure droite dont j'ai parlé, quelques gouttes du liquide d'eau de lavage des grains de raisin. Dans une troisième série de dix autres ballons, je dépose quelques gouttes du même liquide, mais préalablement porté à l'ébullition et refroidi.

Enfin, dans les dix ballons restants, j'introduis une goutte de jus de raisin pris dans les grains mêmes, non écrasés. A cet effet, la seconde tubulure droite est un peu recourbée et effilée en pointe fine fermée à la lampe. Cette pointe, à laquelle on a fait au préalable un trait de lime, est enfoncée dans un grain de raisin et, lorsqu'on sent que la pointe effilée touche au support sur lequel se trouve le grain, on presse légèrement, de façon à briser cette pointe au trait de lime ; alors, si l'on a eu soin de déterminer une faible diminution de pression de l'air du ballon, une goutte du jus intérieur du grain de raisin pénètre dans le ballon ; on retire la pointe effilée et on la ferme à la lampe immédiatement.

Voici les résultats de ces quatre séries d'expériences comparatives. La première série ne donne aucune production ; le moût de raisin reste intact, et il pourra rester tel pendant des années ; dans la deuxième série, on voit apparaître des flocons de *mycelium* et de la levûre de bière, et les jours suivants du *mycoderma vini*. Au bout de quarante-huit heures, les dix ballons sont en pleine fermentation si l'on opère à la température de l'été. La troisième série n'a pas donné un seul ballon altéré, le moût est resté limpide comme dans les dix ballons de la première série, et il restera tel indéfiniment. Enfin, dans la quatrième série, un seul ballon s'est altéré par suite des causes d'erreurs inévitables dans des expériences aussi délicates.

La conclusion de ces expériences n'est pas douteuse. La levûre qui fait fermenter le raisin dans la cuve de vendange vient de l'extérieur et non de l'intérieur des grains.

— Sur la génération des ferments. Note de M. E. Fremy, à propos de la communication précédente de M. Pasteur. — Plusieurs mois se sont écoulés depuis ma dernière communication sur les phénomènes de fermentation ; pendant ce temps j'ai poursuivi mes recherches avec ardeur et j'ai consacré tout l'été à des expériences qui, je l'espère, pourront jeter un jour nouveau sur la génération des ferments.

J'aurais voulu ne prendre la parole devant l'Académie qu'après avoir complété les essais que je fais en ce moment et qui se rapportent à la fermentation du suc de raisin.

Mais la communication de M. Pasteur, que l'Académie vient d'entendre, m'impose l'obligation de présenter immédiatement quelques observations à notre savant confrère.

L'Académie connaît la différence fondamentale qui existe entre la théorie de M. Pasteur, sur la génération des ferments, et celle que je soutiens.

M. Pasteur admet qu'une liqueur ne fermente que lorsqu'elle a reçu les germes de ferments que l'air charrie sans cesse et qu'il sème dans les milieux fermentescibles.

Moi, je prétends que les fermentations qui se produisent, comme on le sait, en tous lieux et en toutes saisons, ne peuvent pas être soumises au hasard des poussières atmosphériques, et que les ferments, semblables aux principes immédiats des végétaux et aux autres organismes, sont créés par l'organisation même.

Il est bien entendu que cette théorie ne me fait pas fermer les yeux sur les phénomènes de décomposition *accidentels* et *secondaires* dus aux spores répandus inégalement dans l'air,

(1) Il existe surtout, parmi ces corpuscules, des groupes de cellules caractérisés par une couleur jaune, réguliers ou irréguliers, dont l'importance est capitale dans le sujet qui nous occupe. Très-prochainement en présenterai l'étude à l'Académie.

dont l'existence est prouvée depuis si longtemps, mais qui ne se retrouvent plus dans un air purifié par la pluie.

Toutes les argumentations de M. Pasteur reposent sur une confusion inadmissible que notre confrère veut établir entre l'action des moisissures et celle des ferments.

Je l'ai déjà signalée précédemment, et elle se présente de nouveau dans la communication que l'Académie vient d'entendre.

Lorsqu'on demande à M. Pasteur de démontrer dans l'air la présence des germes de ferments, il répond en prouvant que l'air contient des spores de moisissures.

C'est le même système d'argumentation que M. Pasteur emploie encore aujourd'hui : sa communication a pour but d'établir qu'il existe à la surface du raisin des spores qui produisent des moisissures et que ces moisissures déterminent ensuite la fermentation du suc de raisin.

J'admets parfaitement ce fait, et je soutiens que, loin de confirmer la théorie de M. Pasteur, il vient appuyer les idées que j'ai émises sur la génération des ferments.

En effet, dans mes communications précédentes, j'ai démontré que les ferments pouvaient être engendrés par les cellules vivantes, par les organismes les plus divers *et même par les moisissures* : le mémoire que je prépare confirmera toutes ces assertions.

Le fait observé par M. Pasteur rentre donc dans les phénomènes secondaires de fermentation que j'ai signalés : *mais il n'explique en aucune façon la fermentation du moût de raisin qui se produit directement, sans l'intermédiaire des moisissures et sous l'influence du ferment que les cellules du fruit engendrent.*

— Réponse de M. Pasteur. — Les expériences dont je viens de rendre compte à l'Académie n'ont d'autre prétention que de prouver rigoureusement que le jus naturel du raisin n'est pas susceptible de fermenter par lui-même ; qu'il n'entre en fermentation qu'à la suite de l'introduction des germes de levûre déposés à l'extérieur des grains ; qu'en un mot ni les matières albuminoïdes du jus de raisin, ni les cellules de son parenchyme ne sont capables de se transformer en cellules de levûre, au contact de l'oxygène de l'air atmosphérique, faits qui sont diamétralement contraires aux opinions que M. Fremy a émises, sans preuves à l'appui, devant l'Académie.

— M. Dumas demande à M. Pasteur de compléter son importante communication et de faire connaître à l'Académie les expériences nouvelles qu'il a effectuées sur le rôle des cellules en général, considérées comme agents de fermentation dans certaines conditions déterminées. Le principe mis en évidence par ces expériences lui semble destiné à exercer désormais une influence capitale dans l'étude des phénomènes de la vie. L'Académie et les hôtes éminents qui honorent la séance de leur présence entendraient avec un vif intérêt l'exposé de ces faits, qui pourraient bien faire époque dans l'histoire de la physiologie générale.

— Faits nouveaux pour servir à la connaissance de la théorie des fermentations proprement dites. Note de M. L. Pasteur. — Je me rends avec plaisir à l'invitation de M. le Secrétaire perpétuel, que je remercie de ses paroles bienveillantes.

Depuis longtemps j'ai été conduit à envisager les fermentations proprement dites comme des phénomènes chimiques corrélatifs d'actions physiologiques d'une nature particulière. Non-seulement j'ai démontré que leurs ferments ne sont point des matières albuminoïdes mortes, mais bien des êtres vivants ; j'ai provoqué, en outre, la fermentation du sucre, de l'acide lactique, de l'acide tartrique, de la glycérine, et plus généralement de toutes les matières fermentescibles dans des milieux exclusivement minéraux, preuve incontestable que la décomposition de la matière fermentescible est corrélative de la vie du ferment, qu'elle est un de ses aliments essentiels : par exemple, dans les conditions que je rappelle, il est impossible que, dans la constitution des ferments qui prennent naissance, il y ait un seul atome de carbone qui ne soit enlevé à la matière fermentescible.

Ce qui sépare les phénomènes chimiques des fermentations d'une foule d'autres et particulièrement des actes de la vie commune, c'est le fait de la décomposition d'un poids de matière fermentescible bien supérieur au poids du ferment en action. Je soupçonne depuis longtemps que ce caractère particulier doit être lié à celui de la nutrition en dehors du contact de l'oxygène libre. Les ferments seraient des êtres vivants, mais d'une nature à part,

en ce sens qu'ils jouiraient de la propriété d'accomplir tous les actes de leur vie, y compris celui de leur multiplication, sans mettre en œuvre, d'une manière nécessaire, l'oxygène de l'air atmosphérique. Qu'on se souvienne de ces singuliers infusoires qui provoquent la fermentation butyrique, ou la fermentation tartrique, ou certaines putréfactions, et qui non-seulement peuvent vivre et se multiplier à l'abri du contact du gaz oxygène, mais qui périssent et cessent de provoquer la fermentation si l'on vient à faire dissoudre ce gaz dans le milieu où ils se nourrissent. Ce n'est pas tout. Par des expériences précises, faites avec de la levûre de bière, j'ai montré que, si la vie de ce ferment avait lieu partiellement par l'influence du gaz oxygène libre, cette petite plante cellulaire perdait, en proportion de l'intensité de cette influence, une partie de son caractère ferment, c'est-à-dire que le poids de levûre, qui prend naissance dans ces conditions pendant la décomposition du sucre, s'élève progressivement et se rapproche du poids du sucre décomposé au fur et à mesure que la vie se manifeste en présence de quantités croissantes de gaz oxygène libre.

Guidé par tous ces faits, j'ai été conduit peu à peu à envisager la fermentation comme une conséquence obligée de la manifestation de la vie, quand la vie s'accomplit en dehors des combustions directes dues au gaz oxygène libre.

On peut entrevoir, comme conséquence de cette théorie, que tout être, tout organe, toute cellule qui vit ou qui continue sa vie sans mettre en œuvre l'oxygène de l'air atmosphérique, ou qui le met en œuvre d'une manière insuffisante pour l'ensemble des phénomènes de sa propre nutrition, doit posséder le caractère ferment pour la matière qui lui sert de source de chaleur totale ou complémentaire. Cette matière paraît devoir être forcément oxygénée et carbonée, puisque, comme je le rappelais tout à l'heure, elle sert d'aliment au ferment. Toutes les matières fermentescibles comptent, en effet, ces deux corps simples au nombre de leurs principes élémentaires. Je viens apporter à cette théorie nouvelle, que j'ai déjà proposée à diverses reprises, quoique timidement, depuis l'année 1861, l'appui de faits nouveaux qui, cette fois, je l'espère, entraîneront les convictions.

Considérons un liquide sucré, propre à la nourriture des ferments, contenu dans un vase disposé de telle sorte qu'on puisse ensemencer ce liquide avec une production organisée spéciale, sans craindre que d'autres organismes puissent venir s'y associer ultérieurement, à l'insu de l'expérimentateur, par voie d'ensemencement spontané, c'est-à-dire par les germes en suspension dans l'air atmosphérique.

A la surface de ce terrain ainsi préparé, déposons une trace de *mycoderma vini* pur. Les jours suivants, la moisissure recouvrira peu à peu tout le liquide sous forme d'un voile continu.

Cela posé, il est facile de constater que le développement du mycoderme dans ces conditions donne lieu à une absorption de gaz oxygène atmosphérique qui est remplacé par un volume à peu près égal de gaz acide carbonique, et, d'autre part, qu'il ne se forme pas du tout d'alcool (1).

Répétons cette expérience exactement dans les mêmes conditions, avec cette seule différence que, quand le voile sera continu, nous agiterons le vase pour disloquer ce voile et le submerger autant que cela est possible, car les matières grasses dont il est accompagné empêchent qu'il ne soit mouillé en totalité. Le lendemain, souvent après quelques heures déjà, lorsqu'on opère à la température de 25 à 30 degrés, on voit s'élever sans cesse du fond du vase de petites bulles de gaz qui annoncent que la fermentation du liquide sucré a commencé. Elle continue les jours suivants, quoique toujours faible, et il est facile de constater dans le liquide la présence d'une quantité sensible d'alcool. Une observation attentive, faite

(1) J'ai annoncé que le *mycoderma vini* avait deux manières de vivre, qu'il était moisissure ou ferment suivant les circonstances, et que la levûre de bière dite levûre basse n'était autre que le ferment dans lequel ce mycoderme se transformait quand il est privé du contact de l'oxygène de l'air. Ces assertions ne sont pas de tout point conformes à la vérité; ou mieux, les phénomènes qu'elles caractérisent ont une complication qui m'avait échappé.

Je serai bientôt en mesure de les faire connaître dans toutes leurs particularités.

Cette observation est ici nécessaire, puisque je parle en ce moment du *mycoderma vini* dans des termes qui ne rentrent pas exactement dans les assertions que je viens de rappeler.

au microscope, des cellules ou articles du mycoderme submergé, montre que ces articles ne se reproduisent pas, mais qu'ils se gonflent pour la plupart, et que la structure intérieure de leur *plasma* se modifie profondément.

Si la fermentation s'arrête, on peut la faire reprendre en disloquant de nouveau le voile qui s'est reformé.

L'interprétation de ces faits ne paraît pas douteuse. Dans ces deux expériences comparatives, nous avons sous les yeux des cellules qui prennent ou perdent, au gré de l'opérateur, le caractère ferment. Or, quelle est, dans les deux cas, la différence des conditions d'existence pour les cellules du *mycoderma vini?* Il n'y en a qu'une, qui est irrécusable. Dans le premier cas, la vie de la plante a lieu au niveau du liquide, en présence de l'air atmosphérique ou, mieux, du gaz oxygène, tandis que, dans le second, elle s'accomplit hors de son influence ou, du moins, au contact de quantités d'oxygène extrêmement faibles, parce que celui qui tend à se dissoudre dans le liquide est retenu par la vie des cellules restées à la surface. La vie n'est pas éteinte dans les cellules submergées, le microscope le démontre; mais cette vie se fait ou, mieux, se poursuit avec privation d'air, et alors ces cellules provoquent la fermentation.

Je ne parle pas des cas où les spores semées donnent de la vraie levûre de bière, j'y reviendrai ailleurs. Nous voyons, en un mot, dans cette double expérience, d'un côté, la vie ou la multiplication de cellules, avec absorption et mise en œuvre de gaz oxygène libre, et formation d'un volume correspondant de gaz carbonique; d'un autre côté, la continuation de la vie d'une partie de ces mêmes cellules submergées, sans intervention de gaz oxygène, mais avec apparition corrélative de la fermentation alcoolique, c'est-à-dire un dégagement continu de bulles de gaz acide carbonique et une production d'alcool. Chose curieuse, et assurément remarquable, ces mêmes expériences réussissent avec les moisissures proprement dites. Le *penicilium glaucum,* par exemple, qui vit en présence du gaz oxygène libre, et qui dispose de ce gaz autant qu'il en peut consommer pour accomplir tous les actes de sa nutrition et de son développement rapide, ne produit pas du tout d'alcool; mais si, lorsqu'il est en pleine vie, on lui refuse ce gaz, si on le submerge ou si, vivant à la surface de son *substractum,* on gêne l'arrivée de l'air atmosphérique, aussitôt la vie de la moisissure, les changements qui s'effectuent dans le *plasma* de ses spores en germination, de son *mycelium,* s'accompagnent de la formation de quantités d'alcool et de bulles de gaz acide carbonique en rapport avec la durée des actes de nutrition de la moisissure dans les nouvelles conditions dont je parle.

La levûre de bière, ce type des ferments, et les autres ferments organisés que j'ai découverts nous apparaissent dès lors comme des plantes ou animalcules qui ne diffèrent des organismes inférieurs qu'en ce qu'ils ont la faculté de vivre et de se multiplier à l'abri dn contact de l'air, d'une manière régulière et prolongée.

Je suis porté à croire que le mystère de la fermentation se trouve dévoilé par ces résultats inattendus. Ce que nous appelons ferments organisés sont des organismes qui peuvent continuer pour un temps leur vie et même se régénérer, sans que l'oxygène libre doive nécessairement intervenir pour brûler et mettre en œuvre les matériaux de leur nutrition; des organismes, en d'autres termes, qui peuvent s'assimiler directement des matières oxygénées, le sucre par exemple, capables de fournir de la chaleur par leur décomposition. Envisagée sous ce point de vue, la fermentation nous apparaît comme un cas particulier d'un phénomène extrêmement général, et l'on pourrait dire que tous les êtres sont des ferments dans certaines conditions de leur vie; car il n'en est pas chez lesquels on ne puisse momentanément suspendre l'action du gaz oxygène libre. Que l'on frappe de mort par asphyxie, par section de nerfs, etc., un être quelconque ou un organe dans cet être, ou dans cet organe un ensemble de cellules, la vie physique et chimique, ne pouvant être instantanément suspendue, se poursuivra, et si cela a lieu sous la condition de la privation de gaz oxygène libre (intérieur ou extérieur), alors l'être, l'organe, les cellules prendront forcément la chaleur dont ils ont besoin pour les nouveaux actes de nutrition, ou de mutation dans leurs tissus aux matériaux qui les entourent; dès lors, ils les décomposeront, et l'on verra apparaître le caractère propre des fermentations, si la quantité de chaleur développée correspond à la dé-

composition d'un poids de la matière fermentescible sensiblement supérieur aux poids des matériaux mis en œuvre corrélativement par l'être, par l'organe ou par la cellule.

Les faits suivants m'apparaissent comme la déduction logique de ces principes.

M. Bérard, dans un mémoire qui est un modèle de sagacité et de méthode expérimentale, nous a appris que, lorsque des fruits sont placés dans l'air ou dans le gaz oxygène, il disparaît un certain volume de ce gaz en même temps qu'il y a formation d'un volume à peu près égal de gaz acide carbonique. Si ces fruits sont abandonnés, au contraire, dans le gaz acide carbonique ou dans un autre gaz inerte, il y a encore formation de gaz acide carbonique en quantité notable, comme par une sorte de fermentation, dit M. Bérard.

Voici, à mon sens, la véritable interprétation de ces faits. Lorsqu'un fruit, et en général un organe quelconque, est séparé de la plante ou de l'animal dont il faisait partie, la vie n'est pas éteinte dans les cellules qui le composent. La maturation des fruits en dehors de l'arbre qui les portait en est une preuve palpable. Si l'air est présent, l'oxygène intervient et prend part aux changements qui s'accomplissent dans l'intérieur du fruit.

La chaleur est fournie par la combustion qui en résulte, combustion à laquelle le sucre prend sans doute une large part; mais alors la nutrition est de l'ordre de la nutrition du fruit sur l'arbre, de la nutrition ordinaire, de celle qui s'accomplit chez les êtres vivants et qui est caractérisée par cette circonstance, que le poids des matériaux transformés ou mis en œuvre est comparable à celui des matériaux qui servent à l'alimentation.

Dans ces conditions, pas plus que dans la vie du *mycoderma vini*, au libre contact de l'air, l'alcool et l'acide carbonique ne sauraient apparaître que d'une manière accidentelle. C'est alors que pour un volume d'acide carbonique produit, un volume à peu près égal d'oxygène est consommé. C'est la combustion respiratoire ordinaire.

Que le fruit, au contraire, soit placé dans une atmosphère d'acide carbonique, la vie se poursuit aussitôt en empruntant à la décomposition du sucre la chaleur dont elle a besoin pour se manifester; les cellules sont alors dans la condition des cellules des ferments qui vivent en dehors du gaz oxygène libre. C'est le cas des cellules du *mycoderma vini* qu'on vient de submerger.

En effet, à peine le fruit est-il placé dans le gaz carbonique qu'aussitôt du gaz carbonique se produit, ainsi que de l'alcool, en faible quantité assurément, mais assez grande cependant pour que, dans une de mes expériences, 24 *prunes de Monsieur*, détachées de l'arbre et placées dans le gaz carbonique, m'aient fourni, après quelques jours, 6gr.50 d'alcool absolu en restant fermes, dures, de l'apparence la plus saine, si même quelques-uns de ces caractères ne paraissaient pas sensiblement accrus ; une quantité correspondante de sucre s'était détruite; tandis que 24 prunes pareilles, laissées au contact de l'air, étaient devenues molles, aqueuses, très-sucrées.

Les raisins, tous les fruits acides, les melons, etc., se comportent de la même manière. J'étendrai cette étude à beaucoup de plantes.

Une feuille de rhubarbe placée dans une atmosphère de gaz carbonique répand, au bout de quarante-huit heures, une odeur un peu vineuse, sans altération apparente, et elle donne de petites quantités d'alcool à la distillation.

Je me suis assuré que, dans ces phénomènes, la levûre de bière, quand on opère convenablement, ni aucun autre ferment ne prennent naissance. C'est dans des cas exceptionnels et rares que des cellules de levûre peuvent pénétrer et passer de l'extérieur à l'intérieur du fruit.

Les raisins offrent dans ces expériences une particularité très-digne d'attention. Tout le monde a remarqué que la vendange, c'est-à-dire le jus des grains écrasés, et ces grains eux-mêmes pris dans la cuve, ont une saveur et une odeur entièrement différente de celles du raisin mangé sur pied ou en grappes non écrasées. Eh bien! les grains de raisin qui sortent du gaz carbonique ont exactement le goût et l'odeur de vendange. C'est que dans la vendange les grains sont presque soudainement enveloppés d'une atmosphère de gaz acide carbonique. Je ne doute pas que l'étude des phénomènes dont je parle, envisagés dans leurs rapports avec les pratiques de la cueillette du raisin, ne deviennent utiles à l'art de faire le vin, et je ne serais pas surpris que, par la conservation des raisins en grappes dans une atmosphère d'a-

cide carbonique, on ne parvienne peut-être à créer des vins et des eaux-de-vie qui offriraient des propriétés spéciales et peut-être avantageuses, commercialement parlant.

Je n'ai pas encore suivi convenablement ces idées nouvelles chez les organes des animaux. Il est probable que les phénomènes différeront de ceux que présentent les cellules végétales. Vraisemblablement aussi les équations de toutes ces fermentations d'une nouvelle espèce différeront non-seulement avec chaque genre de cellules, soit animales, soit végétales, mais pour les unes et les autres avec leur nature propre.

Les quelques essais que j'ai tentés sur des organes du règne animal sont trop incomplets pour être mentionnés; mais je pressens déjà, par les résultats qu'ils m'ont offerts, qu'une voie nouvelle est ouverte à la physiologie et à la pathologie médicale. J'espère qu'une vive lumière sera jetée sur les phénomènes de putréfaction et de gangrène. La production de gaz putrides en dehors de l'action de ferments organisés recevra sans doute une explication aussi naturelle que la formatiou de l'alcool et de l'acide carbonique en dehors de la présence des cellules de levûre alcoolique.

— Observations de M. Fremy à propos de la Note précédente. — Je trouve dans cette communication de M. Pasteur un fait qui me paraît donner une confirmation éclatante à la théorie que je soutiens et qui renverse entièrement celle de mon savant confrère.

M. Pasteur, voulant établir que certains organismes, comme le ferment alcoolique, peuvent se développer et vivre sans oxygène, affirme que du raisin abandonné dans de l'acide carbonique peut, au bout d'un certain temps, entrer en fermentation et produire de l'alcool et de l'acide carbonique.

Comment faire accorder cette observation avec la théorie de M. Pasteur, d'après laquelle les ferments seraient uniquement produits par les germes qui existent dans l'air?

Il y a dans les assertions de M. Pasteur une contradiction qui frappera tout le monde.

N'est-il pas évident que, si un fruit fermente dans l'acide carbonique, par conséquent dans des conditions où il ne peut rien recevoir de l'air, c'est que les ferments se sont produits directement sous l'influence de l'organisation dans l'intérieur même des cellules, et que leur génération n'est pas due à des germes qui existeraient dans l'air?

Je repousse donc plus que jamais cette théorie de M. Pasteur, qui fait dériver toutes les fermentations de germes de ferments invisibles et insaisissables qui existeraient dans l'air; et je soutiens que les phénomènes qui sont dus aux spores atmosphériques ne doivent pas être confondus avec ceux qui sont produits par les véritables ferments que l'organisation engendre.

— Réponse de M. Pasteur. — M. Fremy paraît ne m'avoir pas compris. J'ai étudié avec soin l'intérieur des fruits mis en expérience, et j'ai constaté qu'il ne s'y était développé ni cellules de levûre, ni ferment organisé quelconque. Une autre preuve résulte de ce fait, qu'on peut semer le jus et les cellules du parenchyme du moût de raisin sans qu'elles y provoquent la moindre fermentation.

— Confirmation de quelques-uns des phénomènes chimiques décrits par M. Pasteur. Note de M. A. Trécul. — J'ai demandé la parole pour rappeler une expérience que j'ai déjà fait connaître antérieurement (*Comptes-rendus,* t. LXXII, p. 529), et qui me paraît confirmer une partie des phénomènes chimiques dont M. Pasteur vient d'entretenir l'Académie. Cette expérience consiste à prendre une feuille d'*aloe soccotrina,* à la couper par morceaux que l'on place dans un flacon, dans lequel on verse de l'eau ordinaire. Le liquide est d'abord coloré en rouge par l'oxygénation de l'*aloétine*, substance découverte par M. Robiquet fils. Cette matière, soluble dans l'eau, est naturellement jaune; mais sa solution, exposée au contact de l'air, devient d'un beau rouge pourpré. Après quelque temps de macération, il se développe des infusoires dans la liqueur. Ces petits êtres absorbent l'oxygène libre qui y est contenu, suivant l'opinion de notre confrère; ce qui le prouve, c'est que le liquide perd sa teinte purpurine et devient jaune. Il y a évidemment désoxydation du produit rouge de l'aloétine. Cependant le contenu du flacon s'est couvert de moisissures, et celles-ci, empêchant l'action de l'air sur l'aloétine, entretiennent la couleur jaune de la solution. Cette coloration jaune persiste aussi lontemps que des moisissures végètent à la surface. On peut, à diverses reprises, communiquer à la liqueur la couleur pourprée, à l'aide d'une petite quan-

tité de solution exposée au contact de l'air; peu à peu la coloration rouge disparaît, et le lendemain ou peu après elle est remplacée par la jaune. Cet état continue tant que les moisissures trouvent des matières nutritives dans l'eau du flacon; mais quand ces matières alimentaires sont épuisées, la végétation superficielle diminue graduellement, et finit par ne plus préserver le liquide contre l'action de l'air; alors l'oxygène de l'atmosphère intervient et colore de nouveau l'aloétine en pourpre. Quoique aucune analyse chimique n'ait été faite, il me paraît prouvé par cette expérience que les infusoires et les moisissures enlèvent au liquide des macérations l'oxygène libre, et que les petits êtres vivant dans ces liqueurs sont bien privés de l'influence de l'air atmosphérique, comme le pense M. Pasteur.

Les *amylobacter*, que j'avais pour objet d'étudier en faisant cette expérience, sont du nombre des êtres qui vivent ainsi dans les liquides dépourvus d'oxygène libre. Ils vivent dans les parties profondes des liquides, et jamais au contact de l'atmosphère. Les corps semblables que j'ai trouvés au voisinage de la surface ne jouissaient pas de la propriété de se colorer en bleu ou en rouge carminé par l'iode; ils jaunissaient sous l'influence de ce réactif.

Les *amylobacter* se développant dans les parties profondes des macérations, il n'est pas surprenant de les voir apparaître dans des cellules bien fermées, occupant encore leur position naturelle au milieu des tissus des fragments de rameau employés (figuier, apocyns, etc.). On voit même de ces *amylobacter* se développer à l'intérieur des cellules du liber à parois épaissies, et aussi bien à l'abri de l'intervention des germes atmosphériques que les matières contenues dans les flacons de notre confrère. Ils peuvent naître dans des cellules fermées dont le plasma ne contient aucune matière granuleuse. Alors ils commencent par des corpuscules dont l'aspect n'a rien de commun avec les utricules qui peuvent résulter de la segmentation d'un mycélium. Ils naissent souvent aussi, dans les fibres du liber, des granules plasmatiques eux-mêmes. Ainsi que les corpuscules dont je viens de parler, on voit ces granules s'accroître, principalement par un côté, qui produit une éminence, laquelle s'allonge graduellement comme une petite queue, qui fait ressembler le corpuscule à un têtard ou à un petit poisson, dont il peut avoir la mobilité. Cette queue jouit dès son début de la propriété de se colorer en bleu ou en violet par l'iode, ce qui permet de suivre avec facilité le développement de ces êtres singuliers.

Voilà donc des corps qui vivent dans des conditions analogues à celles dans lesquelles végètent les levûres, et qui certainement ne sont pas nés de germes venus de l'atmosphère. Notre confrère M. Pasteur est-il bien sûr que rien d'analogue ne se développe dans l'intérieur de ses fruits qui, placés dans l'acide carbonique, donnent lieu à la fermentation alcoolique?

Séance du 14 octobre. — M. Tresca fait connaître à l'Académie que la commission internationale du mètre, dont il a l'honneur d'être l'un des secrétaires, et dont un assez grand nombre de membres de l'Institut font partie, a terminé ses délibérations. Voici, en abrégé, les résolutions qui ont été arrêtées.

Désormais, les deux mesures de longueur et poids dont se serviront toutes les nations du globe représentées à la commission seront le *Mètre* et le *Kilogramme français* des Archives, tels qu'ils s'y trouvent aujourd'hui. On fabriquera pour tous les pays des exemplaires de ce mètre et de ce kilogramme. Ces étalons de longueur et de poids ne seront pas en platine, comme les prototypes des Archives, mais fabriqués avec un alliage composé de 90 parties de platine et 10 d'iridium, avec une tolérance de 2 pour 100 en plus ou en moins.

Le platine et l'iridium sont deux métaux ayant à très-peu près même coefficient de dilatation et même mode de cristallisation, même densité; ils forment des alliages très-homogènes. On ne pourrait pas songer à employer l'or ou même le platine simple, comme on l'avait déjà fait autrefois pour établir la règle fixe de Borda, parce que le platine employé à cette époque et préparé par Janety est un mélange renfermant tous les métaux du minerai que la potasse n'attaque pas, c'est-à-dire du rhodium, du palladium et surtout de l'iridium, peut-être un peu d'arsenic; tandis que le platine du commerce est un métal trop mou pour servir à la fabrication du mètre. Il fallait se rapprocher le plus possible des propriétés si précieuses de la règle des Archives; voici pourquoi on s'est arrêté à l'alliage d'iridium et de platine :

il présente une dureté et une rigidité exceptionnelles; il se coupe très-bien sous l'angle du diamant, et les traits de *3 milièmes de millimètre* vus à un grossissement de 600 fois, sont parfaitements réguliers.

Si la proportion d'iridium est convenablement fixée, la malléabilité, la ductilité de l'alliage deviennent telles que l'on peut par le laminoir, le marteau, les étampes transformer les plus gros lingots en autant de verges ou règles de forme quelconque qu'on le désire; avec les matières premières qui existent dans le commerce, on pourra préparer de ces métaux des quantités aussi considérables que le jugera utile la commission internationale. Le prix du kilogramme varie entre 700 et 1,000 francs. Les règles ainsi fabriquées seront recuites pendant plusieurs jours à la température la plus élevée, pour n'avoir plus à leur faire subir ensuite que les plus faibles actions mécaniques avant de les porter sur les instruments comparateurs.

Le mètre international aura la longueur du mètre des Archives à 0 degré centigrade. On fabriquera avec le lingot provenant d'une seule coulée des règles dont le nombre et la forme sont déterminés. Chacun des mètres internationaux devra être accompagné de deux thermomètres à mercure, isolés, soigneusement comparés au thermomètre à air, afin de bien constater la température de la règle et ramener par suite sa longueur à ce qu'elle devrait être à la température prise pour unité.

Les mètres seront à trait et on en fera aussi à bout. Les barres de platine iridié sur lesquelles on doit tracer les mères à trait auront une longueur de 102 centimètres.

Les barres destinées à la construction du mètre à bout seront terminées par des surfaces sphériques d'un mètre de rayon.

Le kilogramme international doit être rapporté à la pesée dans le vide. La matière du kilogramme sera fondue et coulée en un seul cylindre qui sera ensuite soumis à des chauffes et à des opérations mécaniques capables de donner à sa masse toute l'homogénéité nécessaire. La forme du kilogramme international sera la même que celle du kilogramme des Archives, c'est-à-dire un cylindre dont la hauteur égale le diamètre et dont les arêtes sont légèrement arrondies.

La commission a choisi dans son sein un comité permanent qui doit fonctionner jusqu'à sa prochaine réunion. Ce comité, composé de douze membres appartenant à tous pays différents, dirigera et surveillera l'exécution des décisions de la commission. La confection des nouveaux prototypes du mètre et du kilogramme, le tracé des mètres, la comparaison des nouveaux prototypes avec ceux des Archives, ainsi que la construction des appareils auxiliaires, sont confiés aux soins de la section française, avec le concours du comité permanent. Lorsque les nouveaux prototypes seront réalisés, le comité permanent rendra compte des travaux à la commission internationale, qui contrôlera et sanctionnera les prototypes avant de les distribuer aux différents pays.

Enfin, la commission internationale, avant de terminer ses travaux, émet le vœu qu'il soit fondé à Paris « un Bureau international des poids et mesures. » L'établissement serait neutre et entretenu solidairement par toutes les nations représentées. Ce bureau serait chargé de la conservation des prototypes internationaux, de la confection et de la vérification des étalons que d'autres pays pourraient demander plus tard.

Le bureau de la commission internationale est chargé de s'adresser au gouvernement français, pour qu'il veuille bien communiquer par voie diplomatique les vœux de la commission à chaque gouvernement intéressé. Enfin la commission émet le désir que, dans l'intérêt de la science géodésique, le gouvernement français fasse mesurer de nouveau une des anciennes bases qui ont servi à fixer autrefois la longueur du mètre et dont les dimensions avaient été déterminées par les mémorables travaux des Picard, Cassini, Lacaille, Delambre, Méchain, Biot et Arago.

On doit applaudir au zèle qu'ont montré les commmissaires de chaque gouvernement pour mener si rapidement à bonne fin l'œuvre si délicate de la généralisation du mètre. Les travaux préparatoires entrepris dès 1868 au Conservatoire des arts et métiers présentent au point de vue scientifique un intérêt tout particulier, qu'apprécieront vivement les géodésistes et les physiciens.

Il vient de s'élever un monument scientifique considérable, dit en terminant M. Tresca, et je suis heureux d'en donner connaissance à l'Académie pendant qu'elle possède encore quelques-uns des membres éminents de la commission internationale du mètre.

— Sur la constante de l'aberration et la vitesse de la lumière, considérées dans leurs rapports avec le mouvement absolu de translation du système solaire; par M. Yvon Villarceau.

— Observations présentées par M. J. Bertrand à l'occasion d'un mémoire de M. Helmholtz sur sa nouvelle théorie des actions électrodynamiques.

— Extension de la méthode Cauchy à l'étude des intégrales doubles ou théorie des contours élémentaires dans l'espace; par M. Max. Marie.

— Sur l'action des conducteurs disposés symétriquement autour d'un électroscope; par Ch. V. Zenger.

— M. E. Guillier adresse, par l'entremise de M. le ministre de l'instruction publique (rien que cela), l'indication d'un remède qu'il propose contre le *Phylloxera*, et qui consiste dans un mélange de cendres de bois de vigne saine, de suie, de sable de rivière, d'eau de lessive, d'essence de térébenthine et d'ammoniaque. Nous engageons l'auteur à ajouter encore à son mélange de l'eau de Lourdes ou de la Salette.

— Note sur la loi des tensions maxima des vapeurs; par F. Massieu.

— Sur l'action du poussier de charbon tassé autour des électrodes négatives dans les piles à charbon; par M. du Moncel. — Il y a une douzaine d'années environ, le docteur Reinels avait eu l'idée, dans la pile à eau régale, d'entourer l'électrode de charbon de poudre grossière de charbon concassé, de manière à former autour d'elle comme un filtre conducteur qui, selon lui, devait augmenter la puissance de la pile, surtout si l'on avait soin de la débarrasser par le tamisage de la poussière fine produite par le concassage du charbon. Cette disposition a été depuis appliquée en France, par M. Fortin en 1865, par M. Leclanché en 1866, et par M. Chutaux en 1870, dans les différentes piles qu'ils avaient combinées, et toujours ils en ont obtenu d'excellents résultats. M. Du Moncel a voulu vérifier d'une manière rigoureuse et scientifique l'exactitude et les motifs de ces résultats, et après une série d'expériences qu'il détaille, il termine ainsi sa communication.

« Il résulte clairement de mes expériences que la mixture de charbon, tassée autour d'une électrode de la même matière, a pour effet au début de rendre négatif le charbon s'il est positif,ou d'augmenter la polarité négative s'il la possède déjà; mais au bout d'un quart d'heure environ, cet effet fait place à un autre qui se produit en sens contraire, et alors le charbon devient fortement positif s'il est négatif, ou encore plus positif s'il a déjà cette polarité; et par le mot *polarité positive* nous entendons ici celle qui fournit au circuit extérieur l'électricité positive. Cet effet est général, quelle que soit d'ailleurs la polarité de la mixture, et se conserve momentanément après même que cette mixture n'entoure plus le charbon. On comprend facilement, d'après cela, pourquoi les piles dont le charbon est entouré de poussier de la même matière ont une force électromotrice supérieure.

Suivant M. Leclanché, l'effet plus avantageux de la poudre *grossière* de charbon tiendrait à ce que, le charbon pulvérisé finement opposant une résistance beaucoup plus grande à la transmission du courant que la poudre grossière les effets de la polarisation avec la poudre fine se porteraient plutôt sur la lame de charbon que sur la poussière charbonnée, tandis que l'inverse aurait lieu avec la poudre grossière. Ce qui serait certain, d'après M. Leclanché, c'est que les effets de polarisation, au bout d'un quart d'heure, seraient plus grands avec la poudre fine qu'avec la poudre grossière, dans le rapport de 0.300 à 0.082.

— Sur un nouveau procédé de dosage de l'oxygène libre; par MM. Schutzenberger et Gérardin. Nous publierons cette note *in extenso*.

— Sur les substances antifermentescibles; par M. A. Petit. — Les corps qui m'ont paru les plus antifermentescibles sont : le bichlorure de mercure, et surtout le bioxyde de mercure. Une solution à 1 pour 100 de sublimé, agitée avec la levûre, ne donne plus de précipité par l'hydrogène sulfuré; ce métal s'est combiné avec l'albumine. L'oxyde de mercure à dose moindre est doué d'une action encore plus énergique. Dans un tube en pleine fermentation, il suffit d'introduire $^1/_2$ pour 100 d'oxyde jaune pour la voir s'arrêter instantanément.

— Des allures du cheval, étudiées par la méthode graphique; par E. J. Merey.

— Recherches sur la toison des mérinos précoces; par M. Sanson.

— Caractères de la croûte produite sur les roches terrestres par les agents atmosphériques; comparaison avec l'écorce noire des météorites grises; par St. Maunier.

— M. Bouley présente, au nom d'un savant anglais, M. Flemming, un traité de la rage chez le chien. L'auteur cite un cas curieux de rage spontanée. Il avait un chien avec lequel il voyageait un jour en chemin de fer; un train vint à passer avec le cri strident que pousse souvent la locomotive en pareil cas. Le chien fut pris d'attaques nerveuses, devint malade, et mourut au bout de trois jours avec tous les symptômes de la rage.

Il est impossible de parler de ce terrible mal sans déplorer l'ignorance du public en ce qui concerne les symptômes de la rage. On a, dit très-justement M. Bouley, ou des craintes non justifiées ou des sécurités dangereuses. Aussi partage-t-il entièrement l'opinion de M. Flemming qui demande que, sur les récépissés fournis par l'administration des contributions lors du paiement de la taxe sur les chiens, on imprime une notice sur les symptômes de la rage.

Réflexions sur la dernière communication de M. Pasteur.

Villefranche, le 17 octobre 1872.

A Monsieur Quesneville, *directeur du* Moniteur scientifique.

Monsieur le Directeur,

Dans votre dernière lettre, vous me demandez mon avis au sujet des intéressantes communications que viennent de faire à l'Académie des sciences les deux savants chimistes qui s'occupent à élucider la question encore si obscure des fermentations. Comme vous savez que je me suis occupé pendant plus de vingt ans des fermentations et que j'ai consigné les résultats de mes recherches dans votre Revue, et cela à une époque où ce sujet ne paraissait pas devoir acquérir l'importance qu'on lui attribue aujourd'hui, vous croyez que je suis en mesure d'apporter quelque lumière dans une question si controversée. Je vais essayer de répondre à la bonne opinion que vous avez de moi, en vous citant quelques faits que j'ai observés, en étudiant la question qui en ce moment préoccupe l'attention des savants.

Les germes ou ferments m'ont toujours paru des organismes vivants, qui, comme certains animaux, sont soumis pendant le cours de leur existence à des métamorphoses, et qui ont besoin pour s'accomplir de milieux différents, appropriés à leurs différents genres de vie. Tant que le ferment reste à l'état de globule, d'utricule vivante, son développement doit se faire en l'absence de l'air, et c'est pour satisfaire à cette condition qu'il réagit sur les substances organiques avec lesquelles il se trouve en rapport, de manière à donner naissance à de l'acide carbonique capable d'expulser l'air du milieu dans lequel il se trouve plongé. Aussitôt que la cellule organisée a acquis son entier développement, elle cherche à se mettre en rapport avec l'air qui lui est nécessaire pour opérer sa métamorphose, et où elle va puiser les principes qui lui sont indispensables à son nouvel état. Alors la cellule se transforme en une moisissure ou byssus, en produisant des rameaux et des spores, lesquelles ne sont qu'un assemblage de cellules organisées, qui elles-mêmes donnent naissance à la série des phénomènes à la suite desquels le végétal mycodermique se trouve engendré. Deux observations que j'ai faites m'ont confirmé dans cette manière de voir.

Si on prend de la farine, et qu'après y avoir ajouté de l'eau, on l'ensemence avec une certaine quantité de levûre de bière, on en fait ainsi une pâte qui, placée dans les conditions convenables, ne tarde pas à fermenter, effet qui s'accuse par un dégagement d'acide carbonique résultant du dédoublement du sucre contenu dans la farine. Lorsque ce résultat s'est produit, la pâte cesse de se gonfler, et on observe que le sucre contenu dans la farine a complétement disparu. Si alors on transporte la pâte dans un lieu obscur et humide, on ne tarde pas à voir se développer à sa surface une végétation mycodermique, laquelle, examinée à la loupe, présente l'aspect du mycoderme désigné sous le nom de *penicillium glaucum*, et qui contient, au milieu de ses ramifications, des spores renfermant des utricules qui peuvent reproduire toutes les circonstances du phénomène que nous venons de décrire. En effet, ces spores, introduites dans de l'eau sucrée, y donnent, au bout de peu de temps, naissance à la fermentation alcoo-

lique, et, lorsqu'on les place dans de la pâte de farine, elles provoquent la fermentation panaire de la même manière que l'ont fait les globules de ferment.

Le second exemple de métamorphoses que nous ont présenté les globules de ferment nous a été offert dans les caves de Roquefort où nous avions été étudier les changements qu'éprouve le caséum sous l'influence des mycodermes. Tant que le ferment qui modifie la nature du caséum, en absorbant et assimilant une partie qui doit servir à sa nourriture, et en transformant l'autre en matière grasse, reste renfermé dans l'intérieur du fromage, il se produit un dégagement d'acide carbonique, dont la présence se manifeste par le trouble qu'il apporte dans l'eau de chaux placée dans le voisinage des fromages en fermentation, lequel provient de la transformation d'une faible quantité de sucre de lait qui se convertit en alcool et en acide carbonique. Au bout de peu de temps, le dégagement de gaz cesse, et l'on voit alors la surface du fromage se recouvrir d'une végétation abondante produite par le développement du *penicillium glaucum*, qui contient entre ses petites tiges des spores qui sont susceptibles de donner naissance à la fermentation alcoolique et à la fermentation caséeuse.

Les faits que nous venons de rapporter nous permettent de rendre compte d'une observation très-importante faite par M. Pasteur. Ce savant chimiste a constaté que la végétation mycodermique que l'on désigne sous le nom de *mycoderma vini* se développe sous forme de membrane à la surface d'un jus sucré. Si on vient à enfoncer cette membrane dans l'intérieur du liquide, elle donne alors naissance à la fermentation alcoolique. C'est qu'alors elle avait engendré des spores capables de donner naissance à ce genre de fermentation.

C'est ainsi que nous avons été conduit à partager l'opinion de M. Pasteur, qui confond les ferments avec les moisissures, parce que, suivant nous, des germes se sont produits sous l'influence vitale de plantes parasitaires, lesquelles caractérisent le terme de leur développement. Il n'y a donc dans cette circonstance ni génération spontanée, ni organisation complétée ; il n'y a qu'évolution normale d'une plante cryptogamique dont les produits de la fructification peuvent donner naissance à la fermentation.

Mais ces germes des moisissures sont-ils apportés par les vents, ou sont-ils contenus dans les matières organiques qu'ils sont chargés de modifier ? Les faits suivants nous semblent répondre à cette question.

Les fruits, ainsi qu'on le sait, dégagent de l'acide carbonique pendant le temps de leur maturation, et ce dégagement est dû à l'action des germes contenus dans leur intérieur, et qui ont besoin d'effectuer leur développement en dehors de la présence de l'air. Mais lorsque, par le fait d'une circonstance atmosphérique, leur enveloppe extérieure ne suffit pas à les mettre complétement à l'abri du milieu extérieur, alors les germes viennent se développer à la surface sous forme de byssus, ce qui a pour résultat de déterminer la pourriture du fruit. Les faits qui se passent dans cette circonstance sont, suivant moi, la meilleure preuve que l'on puisse apporter de l'existence des germes dans l'intérieur des organismes qu'ils sont chargés de modifier.

Un point sur lequel nous sommes en désaccord avec M. Pasteur consiste en ce que ce savant prétend que le ferment se nourrit de la substance fermentescible, c'est-à-dire du sucre, et la preuve qu'il en apporte, c'est qu'on peut provoquer la fermentation dans un milieu qui ne contient que cette substance et des principes minéraux. Nous pensons, au contraire, que l'aliment de tout ferment est un principe albumineux, et qu'il ne saurait se produire une fermentation, et que les germes ne pourraient se multiplier sans la présence de cet élément qui leur est essentiel. Quand l'albumine vient à faire défaut, les globules du ferment possèdent une force synthétique capable d'engendrer, au moyen de principes minéraux, la substance nécessaire à leur existence.

Après avoir déterminé le rôle que joue la cellule organisée et vivante dans la fermentation, après avoir prouvé qu'elle réside dans l'organisme même qu'elle est chargée de modifier, après avoir établi qu'elle se nourrit et se développe aux dépens de l'albumine, il reste à faire voir qu'elle détermine les réactions chimiques qui s'accomplissent dans les êtres vivants, et que par suite elle est la source de la chaleur que l'on observe dans les êtres, en sorte que la vie elle-même ne serait que le résultat d'une fermentation se produisant au sein de l'organisme.

Tel est en résumé le programme des recherches que doit se proposer le physiologiste qui cherche à pénétrer les mystères de la vie. Telles sont les observations que nous avons faites au sujet des importantes communications adressées à l'Académie par MM. Fremy et Pasteur. Quant à l'opinion qui consiste à regarder ces faits comme devant faire époque dans l'histoire de la physiologie générale, je la partage complétement, car vous savez que depuis vingt-cinq ans je professe que toutes les réactions qui s'accomplissent dans un être vivant se produisent sous l'influence de la force qui donne naissance aux fermentations, c'est-à-dire de la force vitale, laquelle existe dans la cellule organisée, et les derniers mémoires que je vous ai adressés n'ont pour but que de parvenir à établir cette vérité.

J'ai l'honneur d'être, Monsieur, votre tout dévoué serviteur.

CHARLES BLONDEAU.

A ces réflexions de notre collaborateur nous croyons devoir joindre celles que M. le docteur Ranse publie dans la *Gazette médicale :*

M. Pasteur n'a pas circonscrit ses expériences au règne végétal; il les a étendues au règne animal; mais les quelques essais qu'il a tentés sont trop incomplets pour qu'il les mentionne. Il n'en pressent pas moins, par les résultats qu'il a déjà obtenus, « qu'une voie nouvelle est ouverte à la physiologie et à la pathologie médicale. J'espère, dit-il, qu'une vive lumière sera jetée sur les phénomènes de putréfaction et de gangrène. La production de gaz putrides en dehors de l'action de ferments organisés recevra sans doute une explication aussi naturelle que la formation de l'alcool et de l'acide carbonique en dehors de la présence des cellules de levûre alcoolique. »

Les résultats constatés par M. Pasteur dans ces expériences sont moins inattendus qu'il a l'air de le supposer : ce qu'il y a surtout de nouveau, c'est l'interprétation qu'en donne le savant chimiste. Les recherches de MM. Béchamp, Estor, Trécul, etc., ont surabondamment démontré que les éléments anatomiques des êtres vivants, en particulier les granulations moléculaires ou mycrozymas, agissent comme de vértables ferments. MM. Béchamp et Donné, par exemple, ont observé que, si l'on brouille le blanc et le jaune d'un œuf, en laissant la coquille intacte, l'œuf subit la fermentation alcoolique et la fermentation acétique, sans l'intervention aucune des ferments propres à ces deux fermentations et par la seule influence des microzymas du jaune de l'œuf. Ainsi l'on savait que, dans certaines conditions, les éléments anatomiques des êtres vivants provoquent des phénomènes de fermentation, en particulier de fermentation alcoolique; M. Pasteur a donc simplement le mérite, dans sa dernière communication, d'interpréter le phénomène et d'indiquer comme cause générale de sa manifestation, la persitance de la vie, chez les éléments anatomiques, dans un milieu privé de gaz oxygène libre.

On voit qu'il y a loin de ces nouvelles idées professées par M. Pasteur, à la spécificité de la levûre de bière, qu'il posait autrefois comme un principe essentiel et fondamental : « Jamais, disait-il, le sucre n'éprouve la fermentation alcoolique sans que des globules de levûre soient présents et vivants, et réciproquement il ne se forme de globules de levûre de bière sans qu'il y ait présence de sucre ou d'une matière hydrocarbonée, et sans qu'il y ait fermentation de ces matières. » La premiere de ces deux propositions est infirmée par les résultats qui précèdent, et M. Pasteur, forcé par les progrès de la science, progrès auxquels il contribue lui-même pour une si large part, a dû, sur ce point, modifier ses opinions. N'en sera-t-il pas de même relativement à sa doctrine de la dissémination des germes dans l'air atmosphérique? Si, comme n'a pas manqué de le faire remarquer M. Fremy, un fruit fermente dans l'acide carbonique, c'est-à-dire dans des conditions où il ne peut rien recevoir de l'air, les ferments ont dû se produire directement sous l'influence de l'organisation dans l'intérieur même des cellules de ce fruit. M. Pasteur répond, il est vrai, que, dans ces cellules, il ne trouve pas trace de ferment organisé. Cela n'a rien que de naturel puisque, d'après lui-même, ce sont les cellules, les éléments anatomiques qui agissent comme ferments; mais ce fait n'en prouve pas moins que des fermentations peuvent se produire en l'absence de tout germe provenant de l'air, et porte ainsi un rude coup à la doctrine de la panspermie.

REVUE DES INVENTIONS NOUVELLES.

Par M. A. Jouglet.

SOMMAIRE. — Procédé pour obtenir la reproduction de dessins; par M. Renault. — Fabrication du gaz; par M. Hills. — L'intégromètre; par M. Deprez. — Compression du gaz et de l'air; par M. Colladon. — Borne-fontaine incongelable; par MM. Broquin et Lainé. — Appareil de sûreté pour machines à vapeur; par M. Birchall. — Poudre de mines, ou *balistite*; par M. Sala. — Nouvelle préparation de la dynamite; par M. de Rutenberg.

PROCÉDÉ POUR OBTENIR LA REPRODUCTION DE DESSINS.

M. Renault a fait des observations intéressantes sur la réduction que certains sels d'argent éprouvent en présence de l'hydrogène et des vapeurs de phosphore.

M. Merget avait déjà trouvé que les sels de métaux précieux étaient réductibles par la vapeur du mercure, même à la tension très-faible qu'elle possède, quand elle se trouve à plusieurs degrés au-dessous de zéro. M. Renault a cherché si d'autres corps, et particulièrement le phosphore, ne donneraient pas des résultats analogues. Il a fait passé des gaz inertes comme l'azote, l'acide carbonique, l'hydrogène, sur du phosphore à la température ordinaires, et il a remarqué que le jet de ces gaz ainsi préparés réduisait les sels d'argent à oxacides étendus sur un papier de Berzélius; des caractères tracés avec ces sels y apparaissaient en noir. Une observation plus attentive a montré que, seul, l'hydrogène possédait cette propriété réductrice à un plus haut degré encore; mais les vapeurs de phosphore noircissent aussi des feuilles de papier imbibées de sels de mercure ou de sels de cuivre. Une feuille du même papier d'azotate d'argent dans une solution au dixième (surtout quand ce sel est additionné du sel de mercure correspondant) devient imperméable à l'hydrogène, tout à la fois parce que les pores en sont à moitié bouchés, et parce que l'hydrogène est arrêté par la réduction superficielle du sel d'argent. Ces propriétés n'existent pas pour les sels haloïdes d'argent ne contenant aucune parcelle d'oxacide; ainsi le bromure, le chlorure d'argent ne sont pas réduits par l'hydrogène, et le papier imbibé de ces sels est perméable à ce gaz.

De ces principes il résulte que, tracés sur un papier Berzélius avec un sel d'argent à oxacide, des caractères apparaîtront en noir en présence d'un jet d'hydrogène. Si une feuille de papier est imprégnée d'azotate d'argent et si l'on y trace des caractères avec une liqueur contenant un chlorure, la feuille entière deviendra noire, hormis les caractères ou un chlorure d'argent a été formé, qui resteront blancs sur un fond noir. Si cette feuille est placée comme écran devant une autre feuille unie imprégnée d'azotate d'argent, et si l'on présente le tout à des effluves perpendiculaires de gaz hydrogène, la feuille postérieure demeurera blanche et les carctères seuls seront tracés en noir, parce que le chlorure d'argent aura seul laissé tamiser l'hydrogène. On pourra ainsi tirer plusieurs épreuves de ces caractères.

Au lieu d'employer l'hydrogène gazeux, on peut se servir de ce gaz à l'état naissant, c'est-à-dire opérer la réduction avec un corps métallique qui produira un élément de pile avec le sel adopté. Ainsi, en écrivant sur du papier ordinaire, avec une encre épaisse et gommeuse, on peut, par un décalque sur un autre papier, avoir l'écriture formée de caractères humides renversés. Si l'on saupoudre ces caractères de bronze en poudre, on obtient une planche qui, appliquée sur du papier d'azotate d'argent, fera apparaître à la surface l'écriture en noir d'une manière indélébile. Un lavage abondant, enlevant le superflu du sel d'argent, rendra cette feuille inaltérable. Lorsque, après un tirage multiplié, la planche est desséchée, et n'a plus d'action, on l'exposera à la vapeur de l'alcool, qui, ramollissant l'encre épaisse, donnera une nouvelle vigueur à la poussière métallique. M. Renault a étudié l'action de différents sels pour les substituer aux sels d'argent, et il a reconnu que les sels bismuthiques donnaient les meilleurs résultats.

Dans ces études sur la vapeur du phosphore, on a remarqué que les gaz qui avaient passé sur le phosphore étaient lumineux dans l'obscurité. Cette propriété, qui ne semble pouvoir provenir que de la combustion des vapeurs de phosphore par l'oxygène, subsiste même quand le gaz employé est de l'hydrogène pur préparé avec des soins particuliers, même quand on

opère sous l'eau pour empêcher l'entrée de l'air par les joints des tubes; mais elle cesse aussitôt que l'on emploie de l'hydrogène pur et que l'on opère sous de l'eau bouillie et purgée d'air. On a ainsi une idée de l'excessive sensibilité de cette propriété lumineuse des vapeurs de phosphore, qui peut révéler les traces d'oxygène infiniment petites enlevées, par endosmose, par les joints des tubes d'un appareil bien fermé et bien conditionné, à la quantité d'air extrêmement faible qui est dissoute par l'eau pure à la température ordinaire.

Ce procédé est appelé à des applications très-curieuses. Les résultats obtenus par M. Renault méritent donc que l'on en tire des conséquences. Sans doute, l'auteur ne tardera pas à les indiquer. Nous les attendons.

FABRICATION DU GAZ.

L'invention de M. Hills a pour effet de purifier le gaz, plus ou moins parfaitement, du soufre et des composés de cyanogène et de l'acide carbonique. Il le purifie en faisant passer le gaz à travers ou en contact avec de la liqueur principalement des condenseurs et des épurateurs à coke, et des condenseurs du barillet ou cylindre hydraulique, que j'appellerai liqueur à gaz. Cette liqueur purifiée est employée de la manière suivante par l'inventeur.

Il prend de la liqueur à gaz brute ordinaire, sortant du barillet, et la fait passer par une série d'alambics sous vases placés à des niveaux différents, de sorte qu'au moyen d'un tuyau la liqueur descend d'un alambic à l'autre (admettons qu'il y en ait quatre à six) pour traverser toute la série; ces alambics doivent toujours être remplis à moitié ou aux deux tiers de la liqueur.

On soumet l'alambic inférieur à l'action de la chaleur, de préférence à celle de la vapeur, jusqu'à ce que la liqueur entre en ébullition; il s'en dégage alors de l'hydrogène sulfuré, de l'acide carbonique et de l'ammoniaque. Ces produits passent de l'alambic inférieur à celui qui est le second en hauteur, au moyen d'un tuyau qui plonge dans la liqueur de ce second alambic et qui est garni d'un diaphragme étaleur, de manière à amener l'ammoniaque qui a été entraîné avec les gaz du premier alambic, en contact avec la liqueur du second.

Les gaz et la vapeur ammoniacale qui montent du premier alambic doivent chauffer la liqueur, dans le second, à environ 82 à 87° C.; une partie considérable de la vapeur ammoniacale qui se dégage du premier alambic avec les gaz est absorbée par la liqueur, dans le second alambic, mais la plus grande partie de l'acide carbonique et de l'hydrogène sulfuré passe à travers la liqueur et s'échappe dans le troisième alambic.

Le tuyau qui conduit les produits gazeux du second au troisième alambic, plonge aussi dans la liqueur contenue dans ce dernier, de la même manière que le tuyau qui conduit ces produits du premier au second alambic; du troisième alambic, les gaz passent de la même façon dans le quatrième, et ainsi de suite.

Quand les gaz ont traversé toute la série d'alambics, la vapeur ammoniacale dégagée par l'ébullition dans l'alambic inférieur sera absorbée par la liqueur dans les autres alambics, tandis que les gaz ne seront pas absorbés, mais seront menés par un tuyau couvenable à l'endroit où l'on veut les conduire.

L'hydrogène sulfuré, dégagé comme ci-dessus, peut être brûlé dans un fourneau et former ainsi du gaz acide sulfureux qu'on peut convertir en acide sulfurique dans une chambre, de la manière ordinaire. On peut aussi ne brûler qu'une partie de l'hydrogène sulfuré pour former du gaz acide sulfureux que l'on mêle avec le restant de l'hydrogène sulfuré non brûlé dans les proportions voulues, pour amener une décomposition et le dépôt du soufre.

On peut régler les proportions de chaque gaz au moyen de robinets ou de valves; on aspire les gaz mélangés à travers une série de petites chambres reliées entre elles par des tuyaux, ou à travers un carneau, par le tirage d'une cheminée et par l'action d'un ventilateur rotatif. Ou bien encore, on peut condenser le gaz acide sulfureux dans de l'eau et y faire passer l'hydrogène sulfuré, mais l'inventeur préfère mélanger les gaz pour obtenir le soufre par leur décomposition; on peut encore faire passer le gaz acide sulfureux dans la liqueur à gaz, de manière à former une solution de sulfite d'ammoniaque qu'on peut faire évaporer, de manière à produire un sel d'ammoniaque. Enfin, on peut faire passer l'hydrogène sulfuré à

travers de l'oxyde de fer dans un purificateur (à part du gaz); cet oxyde sera de préférence mélangé avec un excès d'air atmosphérique, qui renouvellera l'oxyde de fer aussi vite que l'hydrogène sulfuré en fait un sulfure, et qui fera déposer le soufre de cet hydrogène sulfuré.

La liqueur à gaz, en coulant à travers la série d'alambics du plus haut jusqu'au plus bas, devient de plus en plus chaude dans chaque alambic successif, jusqu'à ce qu'elle arrive dans l'alambic le plus bas où elle bout ou perd plus ou moins complétement son acide carbonique, son hydrogène carburé et les autres impuretés. De l'alambic inférieur, la liqueur à gaz sort prête à être employée, après qu'on l'a refroidie, pour purifier le gaz.

Les tuyaux qui emportent cette liqueur peuvent être enfermés dans d'autres tubes à travers lesquels on peut faire couler jusqu'à l'alambic supérieur la liqueur à gaz froide qu'on veut purifier. La liqueur à gaz froide s'échauffe ainsi de plus en plus, à mesure qu'elle passe entre les tuyaux extérieurs qui enlèvent de l'alambic inférieur la liqueur à gaz chaude purifiée; en même temps elle refroidit cette liqueur à gaz chaude à mesure qu'elle s'écoule; il en résulte que, quand les deux liqueurs arrivent au bout de leurs tuyaux respectifs, la liqueur à gaz qui était froide est devenue chaude, et la liqueur à gaz purifiée qui était chaude, s'est complétement refroidie.

Au lieu de faire passer la liqueur à gaz à travers des tuyaux extérieurs, comme on vient de le décrire, on peut la faire circuler dans un vase contenant une quantité de tuyaux, la liqueur chaude passant à l'extérieur et la liqueur froide à l'intérieur de ces tuyaux, ou *vice-versa.* On peut aussi employer des diaphragmes pour séparer la liqueur chaude de la liqueur froide.

L'INTÉGROMÈTRE.

Cette dénomination évoque tout un monde de formules et d'équations. A ce mot, toutes les inconnues passées, présentes et à venir, ont tressailli dans leurs fibres intimes. *Deus, ecce deus.*

C'est, en vérité, une merveille de patience et de savoir que l'intégromètre de M. Deprez. M. Collignon, qui vient de tenir le nouveau-né sur les fonts-de-baptême, affirme que cet intéressant personnage fait connaître presque sans calcul non-seulement l'aire d'une figure plane quelconque, mais aussi les coordonnées du centre de gravité et le moment d'inertie. Combien je regrette qu'aux temps où nous pâlissions sur d'interminablement longues formules, l'outil de M. Deprez n'ait abrégé pour nous de ridicules élucubrations, martyre immérité qu'un austère professeur infligeait à nos jeunes esprits, bourrés si maladroitement d'algèbre et d'équations ! L'intégromètre est proche parent du planimètre dont Amsler est le père.

C'est à M. Collignon que j'emprunterai l'anatomie de l'intégromètre ; elle a été faite d'une main délicate et expérimentée ; le sujet, du reste, était digne d'attention.

Avant de commencer la description de l'instrument, on doit rappeler quelques principes d'analyse.

Un contour fermé EGF (Fig. 1) est rapporté à deux axes rectangulaires Ox, Oy ; soit Ω, l'aire comprise entre ce contour ; soit y_1, l'ordonnée de son centre de gravité ; soit I, son moment d'inertie par rapport à l'axe Ox ; et soit ρ, son rayon de giration par rapport au même axe. On déterminera ces diverses quantités en faisant les intégrales doubles

Fig. 1.

$$\Omega = \iint dy\, dx,$$

$$\Omega y_1 = \iint y\, dy\, dx,$$

$$I = \Omega \rho^2 = \iint y^2\, dy\, dx.$$

Les sommations doivent s'étendre à tous les éléments superficiels de l'aire donnée.

Considérons en particulier la première intégrale Ω; on peut faire porter la première intégration sur dy, ce qui donne $\int y\,dx$. Pour faire la seconde sommation entre les limites convenables, imaginons que l'on dirige l'opération à l'aide d'un point mobile, défini par les valeurs simultanées de x et de y, qui partirait d'un point quelconque I du contour donné et qui reviendrait à ce même point I, après avoir suivi en entier le périmètre du contour dans le sens IGFE. L'intégrale $\int y\,dx$, prise le long de la courbe fermée IGFEI, sera égale à l'aire Ω comprise dans cette courbe, car cette intégrale est la somme algébrique des éléments superficiels positifs, tels que $mnqp$, et des éléments négatifs, tels que $m'n'qp$, c'est-à-dire, en définitive, la somme des éléments $mnm'n'$ qui font partie de l'aire cherchée. Les autres intégrales donneraient de même

$$\Omega y_1 = \frac{1}{2}\int y^2\,dx\,,$$

$$I = \Omega\rho^3 = \frac{1}{3}\int y^3\,dx\,;$$

les quadratures indiquées devant être prises le long du contour fermé, de manière que le point mobile qui dirige l'intégration revienne à son point de départ.

Ces formules sont la base de la méthode de M. Deprez.

L'intégromètre se compose essentiellement : — 1° d'une règle OX (Fig. 2), que nous prendrons pour axe des abscisses, et le long de laquelle peut glisser librement un coulisseau A ; — 2° d'une

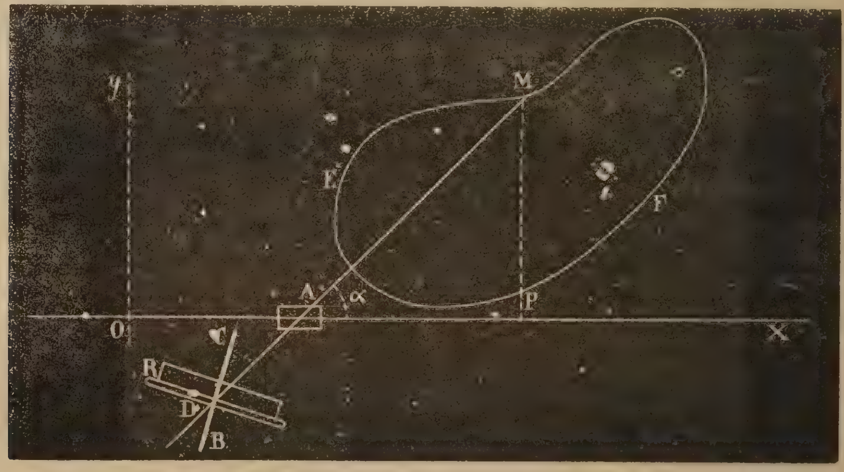


Fig. 2.

tige rectiligne MAD, qui pivote librement autour du coulisseau A et qui porte à l'une de ses extrémités M un style avec lequel on suit le contour de la figure donnée EF ; à l'autre extrémité D, elle porte un étrier dont l'élévation est représentée (Fig. 3). Les branches de l'étrier D sont traversées par l'axe horizontal BC d'une roulette R qui roule sur le plan de la figure. Une disposition qui sera indiquée plus loin oriente à chaque instant l'axe BC dans une direction faisant avec la règle OX un angle β, qui dépend suivant une certaine loi de l'inclinaison MAX $= \alpha$ prise par la tige. La circonférence de la roulette porte un rebord sur lequel s'effectue le roulement, et, latéralement à ce rebord, un tambour d'un diamètre un peu plus petit

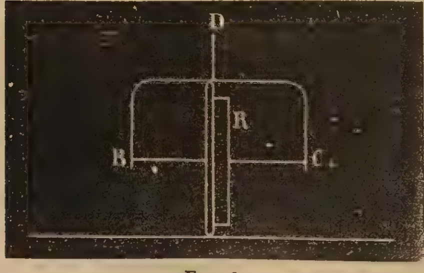


Fig. 3.

qui est divisé en 100 parties égales. Un vernier et un disque totaliseur, solidaires de l'étrier,

permettent d'estimer les dixièmes de division et d'évaluer le nombre de tours de la roulette. Ces appareils accessoires ne sont pas représentés (Fig. 2 et Fig. 3).

Il s'agit d'établir la théorie de l'appareil.

Nous prendrons la droite OX pour axe des abscisses, et une perpendiculaire Oy à cette droite pour axe des ordonnées.

Nous allons évaluer l'arc linéaire que la roulette applique sur le papier quand on fait suivre au style un élément infiniment petit MM′ du contour donné (Fig. 4). Nous pouvons remplacer

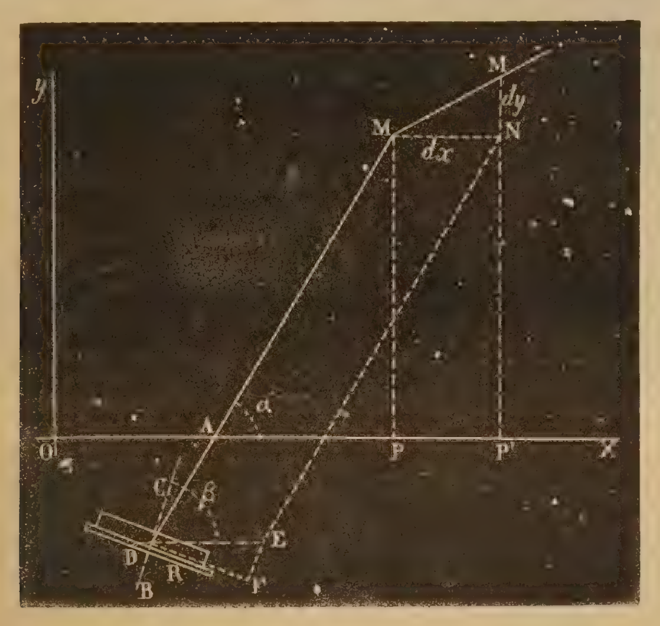


Fig. 4.

cet élément par ses projections MN, NM′, parallèles aux axes des coordonnées, et, au lieu du déplacement MM′ que l'on imprime en réalité au style, considérer les composantes de ce déplacement $MN = dx$, $NM' = dy$.

En vertu du déplacement dx, la tige DAM se transporte parallèlement à l'axe OX, et la roulette R subit par suite une translation DE égale et parallèle à dx. Pour évaluer la rotation qui en résulte autour de son axe CB, nous décomposerons cette translation DE en deux composantes : l'une DF, perpendiculaire ; l'autre FE, parallèle à cet axe. Appelons β l'angle que fait la direction CB avec OX, nous aurons

$$DF = DE \sin\beta = dx \sin\beta,$$

et

$$FE = dx \cos\beta.$$

Ce dernier déplacement FE est parallèle à l'axe de rotation de la roulette ; il ne contribue donc pas à la faire tourner. Le premier déplacement DF produit, au contraire, un roulement du rebord sur le plan de la figure, et, par conséquent, le déplacement horizontal dx du style M a pour effet d'imprimer à la roulette un roulement $da = dx \sin\beta$, ce roulement étant mesuré par la longueur de l'arc qui vient s'appliquer sur le plan du papier.

Pendant le déplacement dy, le point de contact de la roulette décrit un certain élément de courbe, et la roulette applique sur le papier un arc élémentaire qu'il est inutile de calculer.

Considérons, en effet, sur le contour fermé, les points M_1 et M_1' (Fig. 5), qui ont respectivement les mêmes ordonnées y et $y + dy$ que les points M et M′. Lorsque le style, dans son mouvement, passera du point M'_1 au point M_1, l'arc élémentaire décrit par la roulette en vertu du déplacement vertical $-dy$ aura une valeur égale, mais de signe contraire, à celle qu'il a eue dans le passage du point M au point M′, en vertu du déplacement $+dy$. Car dans les deux positions correspondant aux points M et M_1, la tige qui porte le style se trouve par

rapport à l'axe OX dans des positions identiques. Elle forme avec cet axe le même angle α, ce qui assure la même orientation à l'axe de la roulette.

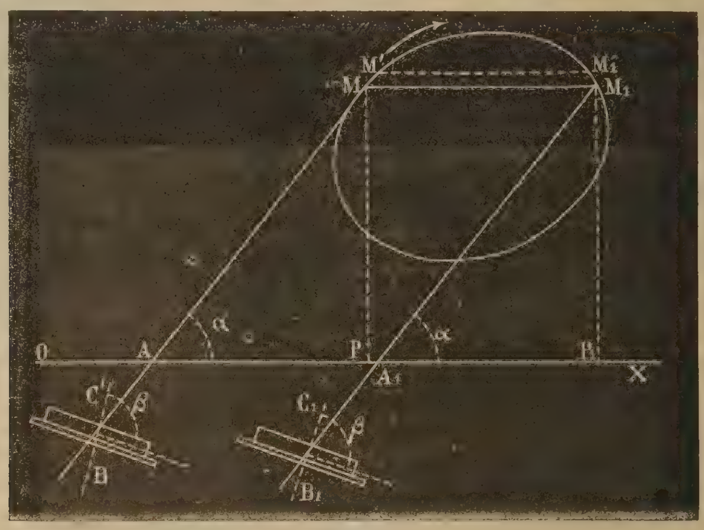


Fig. 5.

Il en résulte que la somme algébrique des arcs élémentaires décrits par la roulette en vertu des déplacements du style parallèles à l'axe des y s'annule d'elle-même, lorsqu'on la prend entre deux points M et M_1 qui ont des ordonnées égales ; il en est de même, lorsque le style, après avoir décrit le contour fermé EF, revient à son point de départ. L'arc total décrit par la roulette dans ces conditions est donc l'intégrale définie de l'expression

$$da = dx \sin\beta. \quad (1)$$

D'ailleurs, y étant la distance MP du point M à l'axe OX, α l'angle MAX, et l la longueur constante AM, on a

$$\sin\alpha = \frac{y}{l}. \quad (2)$$

Cela étant, supposons qu'on ait établi entre les angles α et β une certaine relation, et examinons particulièrement les trois cas suivants :

$$\beta = \alpha, \quad \beta = 2\alpha + \frac{\pi}{2}, \quad \beta = 3\alpha,$$

qui vont nous conduire à la détermination de l'aire, du centre de gravité et du moment d'inertie.

Premier cas. — $\beta = \alpha$. — *Évaluation de l'aire.* — On a, dans ce cas

$$\sin\beta = \sin\alpha = \frac{y}{l},$$

et, en vertu de la relation (1)

$$da = \frac{y}{l}\,dx.$$

Soit a_1 l'intégrale de da étendue au contour entier, et fournie par la lecture de l'arc total développé dans le mouvement de la roulette ; on aura

$$a_1 = \frac{\int y\,dx}{l}.$$

l'intégrale étant prise le long du contour donné. Donc

$$\int y\,dx = la_1.$$

On a vu que l'intégrale $\int y\,dx$ n'est autre chose que l'aire de la figure.

Deuxième cas. — $\beta = 2\alpha + \frac{\pi}{2}$. — *Détermination du centre de gravité.* — On a

$$\sin\beta = \sin\left(2\alpha + \frac{\pi}{2}\right) = \cos 2\alpha = 1 - 2\sin^2\alpha,$$

et, en vertu de la relation (2)

$$\sin\beta = 1 - \frac{2y^2}{l^2};$$

donc

$$da = \left(1 - \frac{2y^2}{l^2}\right) dx,$$

et, en désignant par a^2 l'intégrale étendue à tout le contour et lue sur la roulette,

$$a^2 = -\frac{2\int y^2\,dx}{l^2},$$

car le terme en x s'annule aux limites, et enfin

$$\int y^2\,dx = -\frac{l^2 a_2}{2}. \quad (4)$$

La moitié de cette intégrale, divisée par l'aire de la figure, fournit l'ordonnée y_1 du centre de gravité. Donc

$$y_1 = \frac{\frac{1}{2}\int y^2 dx}{\int y\,dx} = -\frac{\frac{1}{2}\frac{l^2 a_2}{2}}{l a_1} = -\frac{l}{4}\frac{a_2}{a_1}.$$

Troisième cas. — $\beta = 3\alpha$. — *Détermination du moment d'inertie.* — En opérant comme précédemment, on aura

$$\sin\beta = \sin 3\alpha = 3\sin\alpha - 4\sin^3\alpha = \frac{3y}{l} - \frac{4y^3}{l^3},$$

$$da = \left(\frac{3y}{l} - \frac{4y^3}{l^3}\right) dx.$$

Soit a_3 l'intégrale de da étendue au contour entier

$$a_3 = \frac{3\int y\,dx}{l} - \frac{4\int y^3\,dx}{l^3},$$

les sommes étant étendues au même contour. Donc

$$\int y^3\,dx = \frac{l^3}{4}\left(\frac{3\int y\,dx}{l} - a_3\right).$$

Mais, comme on a

$$\int y\,dx = l a_1,$$

il en résulte

$$\int y^3 dx = \frac{l^3}{4}\left(3a_1 - a_3\right). \quad (5)$$

Le tiers de cette intégrale est le moment d'inertie de la figure par rapport à OX, et le carré du rayon de giration s'obtiendra en divisant encore par la surface, ce qui donne

$$\rho^2 = \frac{\frac{1}{3}\int y^3\,dx}{\int y\,dx} = \frac{l^2}{12}\,\frac{3a_1 - a_3}{a_1}.$$

Indiquons le moyen pour réaliser à volonté les relations

$$\beta = \alpha, \quad \beta = 2\alpha + \frac{\pi}{2}, \quad \beta = 3\alpha.$$

On obtient la relation $\beta = \alpha$, en fixant l'étrier dans le prolongement de la tige AM. Au lieu

de faire suivre à l'axe A une règle matérielle OX, on le guide suivant cette droite au moyen d'une tige AT, dont l'extrémité T, formant double équerre, glisse dans la même rainure d'une règle fixe CC′, qui la maintient constamment perpendiculaire à sa direction.

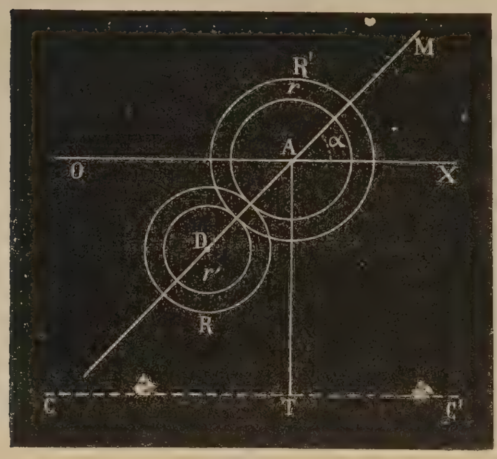


Fig. 6.

La tige rectiligne DAM (Fig. 6), mobile autour de l'axe A, porte en M le style avec lequel on suit le contour donné, et en D l'axe vertical de l'étrier entre les branches duquel tourne la roulette. Cet axe D est solidaire de deux roues dentées R, r', d'inégal diamètre, qui s'engrènent constamment avec deux autres roues r et R′ folles sur l'axe A. Chacune des roues R′, r, porte à sa circonférence un trou dans lequel on peut enfoncer une petite vis fixée à la tige A T, ce qui permet de fixer l'une quelconque de ces roues et d'empêcher sa rotation. Tout son mouvement se réduit alors à une translation parallèle à CC′. L'une des roues dentées, dont le centre est en D, la roue r', par exemple, qui s'engrène avec la roue R′ ainsi fixée, se meut alors *planétairement* autour de A. Soit α l'angle MAX, et soit β l'angle que fait avec OX, à un instant donné, une droite liée invariablement à r', et choisie de façon que β égale zéro quand α égale zéro ; on aura, d'après les propriétés connues des engrenages planétaires

$$\beta = \alpha\left(\frac{R'}{r'} + 1\right).$$

Si l'on fait successivement $R' = r'$ et $R' = 2r'$, on aura, par suite, $\beta = 2\alpha$ et $\beta = 3\alpha$.

Ce sont précisément les deux cas réalisés dans l'instrument où l'on a : $\frac{R'}{r'} = 2$ et $\frac{r}{R} = 1$.

Il en résulte que, suivant que l'on fixe la roue R′ ou la roue r, l'angle β sera égal à 3α ou à 2α.

Pour rendre l'angle β égal à $2\alpha + \frac{\pi}{2}$, on placera l'axe de la roulette à angle droit sur OX, au commencement de l'observation, lorsque AM est dirigé suivant cette même droite. On y parvient en faisant usage d'une des vis et du trou correspondant pratiqué dans la roue r.

Occupons-nous de la vérification et de l'usage de l'instrument.

Pour s'assurer que l'intégromètre est bien réglé et qu'il peut donner des résultats exacts, on doit vérifier s'il satisfait aux conditions suivantes.

1° L'instrument étant mis en place, on amène le style sur la ligne OX, et on dirige l'étrier, ou, ce qui revient au même, l'axe horizontal de la roulette suivant cette même droite. C'est une opération facile, grâce à un trou pratiqué dans la roue r que l'on amène en face de la vis fixée dans la tige AT. On serre ensuite une vis (elle n'a pas été représentée dans la figure) qui a pour effet de rendre solidaire de la tige DM l'axe vertical de l'étrier. Cela fait, on rend la liberté aux deux roues r et R′, et, après avoir placé le zéro de la roulette en face du zéro du vernier, on suit avec le style la ligne OX. Dans ce cas, la roulette ne doit prendre aucun mouvement et rester au zéro de sa graduation. — 2° On desserre la vis qui rendait l'axe vertical solidaire de l'étrier solidaire de la tige DM, et l'on oriente l'axe horizontal de la roulette perpendiculairement à la ligne OX ; le second trou pratiqué dans la roue r se trouve alors en face de la vis correspondant à cette roue ; on enfonce cette vis de façon à rendre la roue r solidaire de la tige AT, et l'on place le style M sur une droite parallèle à OX et distante de cette dernière d'une quantité égale à

$$AM\sqrt{\frac{1}{2}} = 0.7071\ AM.$$

Dans cette position, la droite AM fait avec OX un angle de 45 degrés ; si les engrenages

sont bien faits, l'axe vertical de l'étrier devra avoir tourné d'un angle double, c'est-à-dire de 90 degrés, et l'axe horizontal de la roulette sera parallèle à OX Si donc, dans cette position, on amène le zéro de la roulette devant le zéro du vernier, il devra rester immobile pendant que le style décrit une droite parallèle à OX. — 3° Pour vérifier les engrenages R' et r', on desserre la vis correspondant à r, on met en prise celle qui correspond à R', puis on suit avec le style M une autre droite parallèle à OX, mais située à une distance de cette dernière égale à

$$\mathrm{AM}\,\frac{1}{2}\sqrt{3} = 0.866\ \mathrm{AM}.$$

La tige AM fait alors avec OX un angle de 60 degrés, et par suite l'axe horizontal de la roulette devra avoir tourné dans le plan horizontal d'un angle triple, c'est-à-dire de 180 degrés; lorsqu'on fera suivre au style la nouvelle parallèle à OX, la roulette devra, comme dans les cas précédents, rester au zéro de sa graduation.

Pour déterminer l'aire d'une figure, on place l'instrument comme il a été indiqué dans la première vérification, puis on suit le contour de la figure en tournant dans le sens des aiguilles jusqu'à ce qu'on soit revenu au point de départ.

L'aire de la figure a pour expression

$$\int y\,dx = a_1 l,$$

a_1 étant l'arc linéaire dont la roulette a tourné autour de son axe horizontal, et l la longueur AM. Pour déterminer a_1, il ne suffit pas de lire le nombre de divisions qui mesure la rotation totale de la roulette, il faut encore connaître la valeur λ de l'arc linéaire qui correspond à une de ces divisions. La valeur de λ peut s'obtenir de deux façons : — 1° On décrit avec le style une figure géométrique de surface connue ; soit A l'aire de cette figure, et soit n'_1 le nombre de divisions indiqué par la roulette après l'opération, on aura

$$\mathrm{A} = l a_1 = l n'_1 \lambda,$$

d'où

$$\lambda = \frac{\mathrm{A}}{l n'_1}.$$

Cette constante une fois déterminée, on aura la valeur de l'aire d'une figure quelconque pour laquelle la roulette aura tourné de n_1 divisions par la formule

$$\int y\,dx = n_1 \lambda l.$$

Les constantes l et λ sont les *paramètres* spéciaux de l'instrument que l'on emploie. — 2° On peut encore obtenir la valeur λ en plaçant l'axe horizontal de la roulette perpendiculairement à OX, puis en suivant cette droite avec le style jusqu'à ce que la roulette ait tourné de 100 divisions, ou qu'elle ait accompli un tour entier. On mesure le chemin décrit par le style et la valeur de λ est égale à ce chemin divisé par 100.

Pour déterminer le centre de gravité, on dispose l'appareil comme pour la seconde vérification; on met la roulette au zéro, ensuite on décrit la figure avec le style dans le sens indiqué ci-dessus. La distance y_1 du centre de gravité à OX a pour valeur

$$y_1 = -\frac{l}{4}\frac{n_2}{n^1},$$

n_1 et n_2 étant respectivement les nombres des divisions lues dans la détermination de l'aire et dans l'opération actuelle. Pour éviter la confusion qui résulterait de ce que y_1 est affecté du signe —, il est utile de placer l'instrument de façon que le centre de gravité soit situé au dela de OX par rapport à la règle fixe CD, condition facile à satisfaire *a priori*. La recherche de la position précise du centre de gravité exige, toutes les fois que la figure donnée n'est pas symétrique, que l'on répète l'opération par rapport à un axe non parallèle à OX.

Pour déterminer le moment d'inertie, on dispose l'instrument comme dans la troisième vérification; on décrit le contour toujours dans le sens du mouvement des aiguilles d'une montre, et l'on note la troisième lecture n_3. La valeur du moment d'inertie est

$$\frac{1}{2}\int y^3\,dx = \frac{l^3}{12}\lambda(3n_1 - n_3),$$

et celle du carré du rayon de giration

$$\rho^2 = \frac{l^2}{12} \frac{3n_1 - n_3}{n_1}.$$

Telle est la description du nouvel appareil de M. Deprez. L'usage en est simple et facile. L'instrument permet d'effectuer rapidement et sans erreur des opérations considérées jusqu'ici comme très-laborieuses, surtout lorsqu'il s'agit de lignes tourmentées, difficilement réductibles à de simples formes géométriques.

Le principe de l'appareil est d'une grande fécondité, car rien n'empêche de remplacer les engrenages planétaires qui rendent le rapport $\frac{\beta}{\alpha}$ égal à 2 ou à 3, par un système de roues réalisant un rapport quelconque. Si l'on se borne à considérer les valeurs entières p de ce rapport, $\sin p\alpha$, si p est impair, et $\sin\left(p\alpha + \frac{\pi}{2}\right)$ ou $\cos p\alpha$, si p est pair, peuvent s'exprimer par des polynomes entiers du degré p en $\sin\alpha$. Or $\sin\alpha$ introduit dans le calcul la p puissance de l'ordonnée y; un appareil analogue, monté un peu différemment, permettrait donc d'évaluer l'intégrale $\int y^p dx$ prise le long d'un contour fermé; cette somme s'exprimerait en fonction des intégrales

$$\int y^{p-2} dx, \quad \int y^{p-4} dx, \ldots,$$

qu'on aurait à prendre le long du même contour, et qu'on obtiendrait encore par l'emploi du même instrument, après en avoir changé la monture.

M. Deprez a reconnu le parti qu'on pouvait tirer de cette remarque pour résoudre graphiquement les équations algébriques d'un degré quelconque, et, par une modification ingénieuse de son instrument, il a su affranchir l'opération de la nécessité où l'on se trouverait de faire le tour entier de la figure et de revenir au point de départ dans les essais successifs.

En résumé, l'intégromètre est un instrument simple, peu coûteux, d'un maniement facile, et il paraît appelé à rendre les plus grands services, car il est peu d'études où l'on n'ait à évaluer des surfaces, à déterminer des centres de gravité, ou à chercher les moments d'inertie de certaines figures planes. Il est à souhaiter que cet appareil entre dans les habitudes des ingénieurs, auxquels il procurera une économie de temps et de peines (1).

COMPRESSION DU GAZ ET DE L'AIR.

On parle beaucoup des appareils que M. Colladon a imaginés récemment pour comprimer l'air et les gaz, et pour utiliser leur compression comme force motrice.

L'air et les gaz sont refroidis pendant la compression, dans l'intérieur même du cylindre. Ce refroidissement s'obtient par des dispositions nouvelles, tantôt sans introduction de liquide dans les corps de pompe, lorsqu'on veut obtenir du gaz comprimé sec, ce qui, selon les cas, peut être d'une haute importance (par exemple pour les transmissions de force, pour la compression des gaz que l'eau dissout, etc.), tantôt par l'introduction intermittente, opérée dans un instant convenable par rapport à la course du piston, d'un jet de liquide d'un volume réglé à volonté, dans l'intérieur d'un corps de pompe.

Examinons d'abord le refroidissement à l'intérieur des corps de pompe, sans introduction d'eau dans l'espace occupé par l'air ou le gaz que l'on comprime. M. Colladon obtient ce résultat essentiel en combinant le refroidissement de l'enveloppe extérieure du corps de pompe avec le refroidissement de la tige du piston et du piston lui-même au moyen de la disposition suivante. La tige du piston est formée par un tube évidé dans toute sa longueur; dans l'intérieur de ce tube, il injecte de l'eau qui refroidit constamment cette tige de piston. En outre, le piston est évidé à son intérieur et cet évidement est mis en communication avec l'évidement de la tige, qui, à cet effet, est percée d'un trou ou de quelques trous dans la partie qui adhère au piston. Ces deux organes, tiges et pistons, sont ainsi maintenus con-

---

(1) *Annales des ponts et chaussées.*

stamment froids et refroidissent l'air et les gaz pendant la compression, sans qu'il soit nécessaire d'introduire de l'eau dans le corps de pompe, résultat très-important pour plusieurs usages industriels.

Les moyens employés pour faire circuler de l'eau dans l'intérieur de la tige, et secondairement dans l'intérieur du piston, peuvent varier. Mais ils se résument en deux systèmes, celui d'une injection intermittente et celui d'une injection continue.

L'injection intermittente peut s'obtenir de diverses manières ; par exemple, on utilise le va-et-vient de la tige creuse, pour la tranformer en une espèce de pompe qui aspire ou refoule de l'eau dans son intérieur, puis la laisse écouler par un conduit ménagé à cet effet.

L'injection continue peut aussi se faire de diverses manières, et très-facilement, par un réservoir plus élevé que la pompe et par un petit tube fixé dans la tige creuse et communiquant avec l'eau du réservoir pendant la compression.

Dans les deux systèmes, on peut régler par un robinet la quantité d'eau introduite.

Pour faire communiquer soit un tube aspirateur, soit un réservoir, d'une part avec la partie intérieure de la tige mobile du piston, d'autre part, sans perte de liquide, on peut se servir d'un tube glissant dans une boîte à étoupe, ou simplement de tuyaux élastiques comme ceux en caoutchouc qui se prêtent aux mouvements de la tige à laquelle une de leurs extrémités est fixée.

Quelle que soit d'ailleurs la disposition employée, une partie essentielle du système de M. Colladon repose sur le principe d'une tige de piston ou de plusieurs tiges de piston, qui sont maintenues froides, pendant la compression, par une introduction d'eau à leur intérieur et accessoirement, sur l'emploi d'un piston maintenu froid, pendant la compression, par un courant d'eau arrivant par la tige. La même disposition s'appliquerait à des tiges de piston qui, au lieu d'avoir une section circulaire, auraient une section ovale ou de toute autre forme, en vue d'augmenter la surface refroidissante.

Passons maintenant au refroidissement des gaz comprimés par une injection rapide et intermittente de liquide à l'intérieur même du corps de pompe.

Ce système de pompes est préférable à plusieurs égards à celui des pompes dites à piston hydraulique, parce que, la masse à mouvoir étant moindre à chaque oscillation, on peut donner plus de vitesse au piston et comprimer un plus grand volume de gaz dans le même temps, avec économie d'appareils compresseurs et d'espace occupé par ces compresseurs.

Chaque couvercle du corps de pompe est percé d'un ou de plusieurs trous d'injection et, pour chaque extrémité du corps de pompe, les trous d'injection sont réunis entre eux par un tube unique muni d'une soupape d'injection qui s'ouvre un instant à chaque double course du piston, afin de projeter dans l'intérieur du corps de pompe un jet d'eau froide qui en mouille toutes les parties au moment où la compression va commencer, ou commence, du côté où se fait l'injection.

L'eau d'injection peut être projetée ou par une pompe spéciale à eau, ou par pression communiquée depuis un réservoir élevé, ou par un résevoir d'eau fermé dans lequel réagit le gaz comprimé.

La brusque ouverture de la soupape d'injection, à un moment donné de la course, s'obtient par une des nombreuses dispositions déjà connues, qui servent à régler l'entrée de la vapeur dans les machines à vapeur à détente.

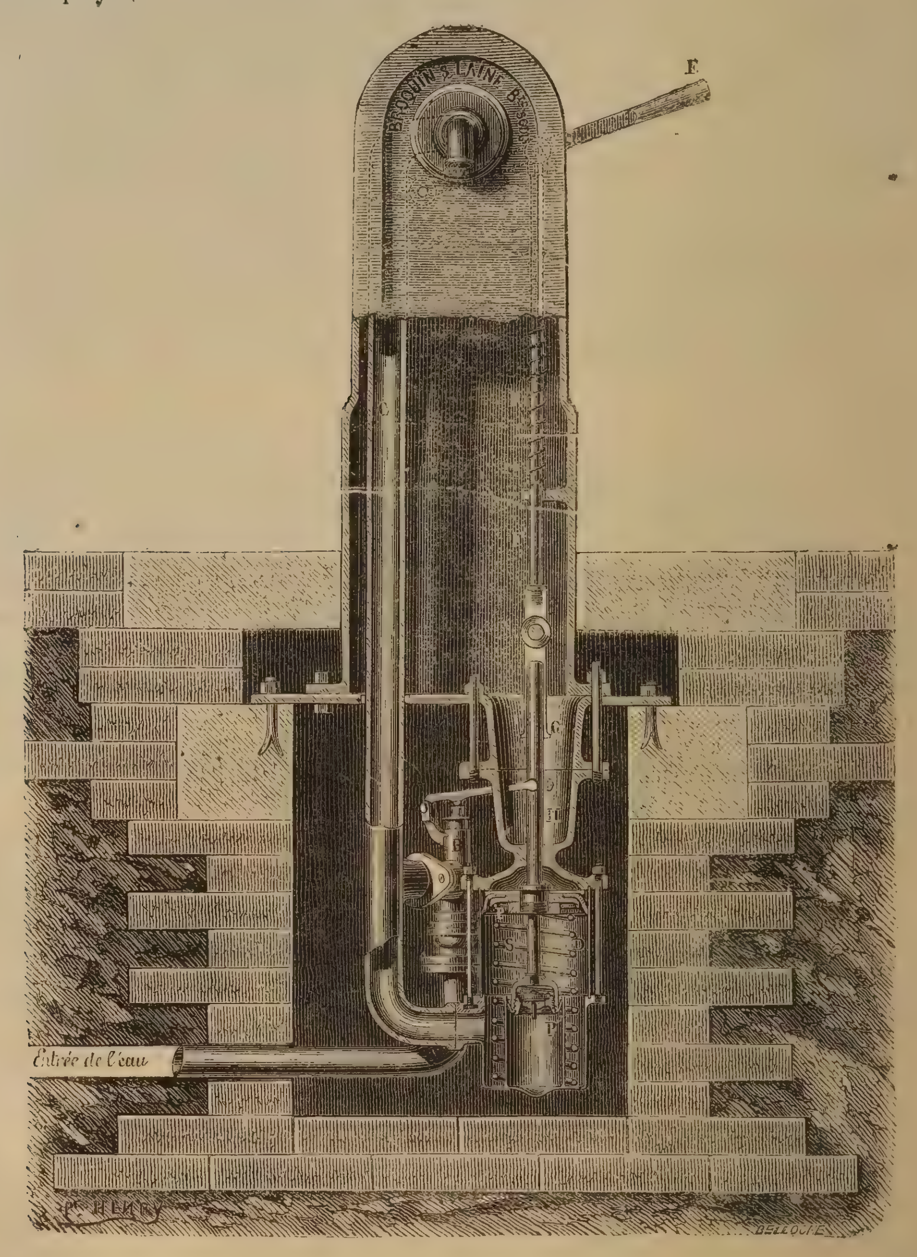
Le caractère essentiel de ce système est fondé sur ce fait, que l'on n'emploie qu'une petite quantité d'eau de refroidissement dans le corps de pompe et on la projette d'une manière intermittente, à chaque double course, en quantité déterminée, réglable à volonté, selon le refroidissement que l'on veut obtenir.

Cette disposition réduisant beaucoup le volume d'eau qui participe au mouvement du piston, permet de faire mouvoir ce piston avec plus de vitesse et d'obtenir dans un temps fixé, d'une pompe donnée, un plus grand volume d'air comprimé.

L'eau injectée est expulsée par le piston à chaque course et sort par la soupape de refoulement ; elle arrive dans les conduites ou dans un réservoir, en même temps que l'air comprimé. On peut alors les laisser écouler par un petit jet combiné ou la faire sortir par intermittence.

BORNE-FONTAINE INCONGELABLE.

MM. Broquin et Lainé ont imaginé et construit une borne-fontaine d'un système tout nouveau qui présente des avantages exceptionnels et supérieurs à ceux des modéles ordinairement employés.



C'est surtout pendant les hivers rigoureux que ce système doit rendre de grands services, car la gelée n'a aucune influence sur le fonctionnement de l'appareil, et l'on sait que cette condition, si rarement, si difficilement obtenue, a beaucoup d'importance, dans les villes principalement.

Jusqu'ici on a assuré le service des fontaines contre la gelée en plaçant près de terre, sur le tuyau qui amène l'eau à la bouche, un robinet à trois ouvertures, commandé par l'action

du levier d'ouverture qui laisse l'eau de la conduite arriver à l'orifice de sortie, quand ce levier est abaissé, et qui, au contraire, ferme cet écoulement, quand il est relevé. Le troisième orifice de ce robinet donne alors à l'eau restée dans la partie de la borne qui est placée au-dessus du sol le moyen de s'écouler, soit dans un égout, soit sur le sol hors de la borne. Par là, les conduits de la borne ne contiennent jamais d'eau stagnante et ne peuvent pas être brisés ou obstrués par la gelée. Mais il n'y a pas toujours un égout à proximité de l'appareil, et l'eau répandue sur le sol, aux abords de la borne-fontaine, se congèle bientôt et en rend l'accès pénible ou dangereux. MM. Broquin et Lainé ont diposé leur appareil de manière à éviter cette eau répandue et tous les inconvénients qui en sont la conséquence. Au lieu de rejeter l'eau stagnante de la borne sur le sol, ils la recueillent dans une cavité placée à $0^{m}.50$ au-dessous du niveau du sol, c'est-à-dire dans une position où elle ne peut pas geler. D'autre part, ils disposent le mécanisme que fait mouvoir le levier d'ouverture de manière que par son action fonctionne d'abord un piston qui repousse cette eau vers la bouche de la borne, avant l'arrivée de l'eau de la conduite en cet endroit. Ce dernier écoulement vient ensuite et fait fonctionner la borne-fontaine d'une façon regulière pendant tout le temps nécessaire. Quand le jeu de la fontaine doit cesser, le levier de la borne, en se relevant, ferme d'abord le robinet de la conduite ; puis, le piston de la capacité réservée se relève à son tour et donne accès dans cet espace à l'eau qui est restée au-dessus de ce robinet. Tous ces mouvements sont automatiques ; ils sont commandés par le levier ou le bouton d'ouverture qui se trouve dans toutes les bornes-fontaines ; ils sont graduels, et on a disposé le robinet unique de manière à éviter les coups de bélier par une fermeture lente de l'orifice d'écoulement.

Il est facile de comprendre le mécanisme ingénieux de l'appareil. Lorsque l'on appuie sur le levier E (voir la figure), la tige F s'abaisse et le renflement G vient appuyer sur la fourchette H. Cete pression provoque l'ouverture du robinet B. En même temps, la tige F s'appuie sur le piston P qui se meut dans le cylindre D, et refoule dans le tuyau C l'eau contenue dans ce cylindre. Quand on cesse d'appuyer sur le levier, il remonte par l'action du ressort R, en même temps que la tige F ; la fourchette H se relève, et le robinet B se ferme. Quant au piston P, il est indépendant ; mais, quand le robinet B est fermé, ce piston cède à l'action du ressort S, et remonte dans le cylindre D, en aspirant toute l'eau du tuyau C. On voit donc que ce tuyau reste vide, lorsque la pompe ne fonctionne pas. Le robinet B est tellement agencé qu'on peut à son aide éviter les coups de bélier ; il se ferme lentement, quoique cette opération se fasse automatiquement ; aussi faut-il que le piston P remonte avec lenteur. On obtient cet effet au moyen du piston pneumatique P′. Le robinet B étant toujours à $0^{m}.50$ au-dessous du sol, l'eau ne peut pas se congeler dans l'intérieur de l'appareil, même pendant les plus grands froids. Le robinet B est construit particulièrement comme le piston P′.

L'engin de MM. Broquin et Lainé me paraît venir à point. La branche industrielle dont ils ont fait leur spécialité laisse beaucoup à désirer, car, le plus souvent, les chômages regrettables qui surviennent intempestivement dans les usines doivent être attribués aux défauts des engins accessoires, soupapes, robinets, valves, etc., dans la construction desquels on n'apporte pas une attention suffisante. MM. Broquin et Lainé se sont attachés intelligemment à ces mécanismes aussi délicats qu'importants ; l'appareil dont je viens de parler inaugurera sans doute une série de succès auxquels leur habileté recommandable convie les laborieux industriels.

APPAREIL DE SURETÉ POUR MACHINES A VAPEUR.

L'invention de M. Birchall consiste en un nouvel appareil faisant écouler l'eau et la vapeur ou la vapeur seule dans le foyer de la chaudière, et éteignant ainsi le feu, lorsque le niveau de l'eau de la chaudière est tombé assez bas pour présenter du danger.

L'appareil effectue cette manœuvre automatiquement de la manière suivante. Un tube communique par l'une de ses extrémités avec l'intérieur de la chaudière, au-dessous du niveau ordinaire de l'eau, tandis que l'autre extrémité débouche à l'extérieur de la chaudière et porte une chambre contenant des clapets pouvant se mouvoir sous la pression de la vapeur. Cette chambre est garnie d'un disque de composition métallique fondant à la température de la vapeur et bouchant l'orifice du tube. Cette plaque fusible est composée préférablement de l'alliage suivant :

Bismuth	2
Plomb	1
Étain	1

La communication entre la chaudière et la chambre du haut du tube s'établit par une soupape ou plusieurs soupapes qui se ferment lorsque la chape de la chambre est enlevée, tandis qu'elles doivent rester ouvertes, grâce à la limite de leur course, lorsque la chape recouvre la chambre.

Dans cette chambre aboutit un tube de plus petit diamètre, concentrique au premier ; son extrémité est fixée dans la chambre même et fermée par la plaque fusible, tandis que l'autre extrémité est assujettie près du foyer de la chaudière ou au-dessus de celui-ci. Quand la chaudière est en travail et quand l'eau est au-dessus du niveau du premier tube, celui-ci est entièrement ou partiellement rempli d'eau, ce qui élève sa température, mais pas assez pour faire fondre la plaque fusible qui recouvre la tête du tube intérieur. Mais, lorsque le niveau d'eau tombe plus bas que l'ouverture du tube débouchant dans la chaudière, l'eau qu'il contenait s'écoule et la vapeur le remplace, montant jusqu'à la chambre du haut de l'appareil, fait fondre immédiatement la plaque fusible bouchant le sommet du tube intérieur, puis s'écoule en abondance sur le feu du foyer de la chaudière en l'éteignant et en préservant ainsi cette dernière d'une explosion certaine.

Cette invention n'a pas le mérite de la nouveauté ; cependant elle pourrait bien, par sa simplicité, l'emporter sur les inventions du même genre.

POUDRE DE MINES.

C'est de Toulouse qu'arrive cette nouvelle poudre. On finit par être bien belliqueux dans le joli pays de Clémence Isaure. Heureusement l'inventeur, M. Sala, destine sa composition à l'exploitation des carrières, des mines; c'est spécialement aux mines pauvres, reconnues improductives, dit M. Sala, que convient l'invention.

M. Sala donne le nom de *balistite* à son mélange. Suivant lui, c'est une composition inoffensive dont les effets ne se manifestent que dans un état de compression déterminée. Les bases de cette composition comprennent la glycérine, le soufre, l'azotate de potasse, le son de blé et la brique pilée.

M. Sala ajoute que cette composition est impropre aux armes à feu, je n'ai pas de peine à le croire, et que le transport de la matière est sans danger. La manutention en serait facile, commode, elle ne pourrait, dans aucun cas, compromettre la vie des ouvriers, etc., etc.

Pourquoi M. Sala ne nous donne-t-il pas des chiffres? Le brevet qu'il a pris pour son engin ne le préserverait-il pas de la contrefaçon?

Est-ce un véritable brevet que celui qui ne renferme pas les éléments suffisants pour exécuter une recette annoncée?

Bonne chance à la balistite, puisque balistite est le nom de la nouvelle poudre!

NOUVELLE DYNAMITE.

La dynamite est à l'ordre du jour, mais je n'ai pas confiance dans cet engouement exagéré. Dynamite par-ci, dynamite par-là; tout est à la dynamite; et, comme dit Boileau, on en a mis partout. Que n'en a-t-on mis où il fallait en mettre surtout!

La préparation de la dynamite par M. Nobel a été suivie de nombreux essais du même genre; on a employé diverses substances dont l'efficacité a été plus ou moins grande pour l'absorption de l'huile fulminante; c'est ainsi que l'on a créé successivement la dualine, la poudre de Horsley, la glyoxyline, la fulminatine, etc., etc. Un des résultats trop prônés par les Allemands consiste dans une espèce de lithofracteur qui se fabrique à Cologne.

En France, MM. Ch. Girard, A. Millot et G. Vogt, et en même temps M. Champion, M. Ruggieri, beaucoup d'autres enfin, ont fait des recherches dans le même ordre d'idées. M. Ruggieri a fait absorber la nitroglycérine par le noir de fumée et il est arrivé ainsi à produire une sorte de bougie qui brûle sans fracas. Je crois que l'on finira par mettre la nitro-

glycérine à toutes les sauces; on l'accommode au sucre, à la brique pilée, comme au sable, à la craie, etc. Eh! que ne la fait-on absorber par M. de Bismark!

Une nouvelle innovation est proposée par M. de Rutenberg. Ce dernier a appliqué la *randanite* (silice hydratée) à la fabrication d'une nouvelle dynamite.

M. de Rutenberg procède de la manière suivante.

La randanite doit être préalablement séchée à l'air libre, ensuite grillée au rouge vif, finalement passée au tamis fin. Si la randanite renferme trop d'impuretés, il est indispensable de la laver aux acides avant de lui faire subir les opérations convenables.

Ainsi préparée au feu ou à l'acide, la randanite devient propre à être employée pour absorber la nitroglycérine.

Dans ce cas, elle est mélangée avec une quantité de nitroglycérine qui varie suivant la force d'explosion que l'on veut donner au mélange. Le mélange le moins fulminant doit, d'après M. de Rutenberg, renfermer un poids de nitroglycérine égal à celui de la randanite; dans le mélange le plus fulminant, le poids de la nitroglycérine peut s'élever jusqu'à quatre fois celui de la randanite. Entre ces deux limites, le mélange peut varier dans toutes les proportions.

On prépare la nouvelle dynamite en versant peu à peu la nitroglycérine sur la poudre de randanite et en remuant avec une spatule en bois, en corne ou en toute autre substance analogue. La table sur laquelle on opère doit être revêtue de gutta-percha ou de métal mou.

PHOTOGRAPHIE.

Note sur la nature des piqûres blanches qui se développent sur certaines épreuves photographiques.

Par M. Ern. Baudrimont.

Depuis l'invention de la *photographie sur papier*, il est une chose qui n'a cessé de préoccuper ceux qui pratiquent cet art remarquable, c'est de savoir quelle pouvait être la cause qui détermine le développement spontané de certaines piqûres blanches qui envahissent quelques épreuves après un temps plus ou moins prolongé, alors que celles-ci étaient en apparence aussi belles que celles qui ne subissent pas ce même genre d'altération.

Ce piqué blanc, qui enlève aux épreuves qui en sont atteintes toute valeur artistique et pécuniaire, fait la désolation des photographes. Quelle est l'origine, la cause, de cette singulière altération? c'est ce qu'on n'avait pu établir jusqu'à présent d'une manière positive. Les photographes l'attribuent à la mauvaise qualité des papiers qu'on leur fournit; ils font dériver surtout ce fâcheux effet de l'action de l'hypochlorite de chaux employé au blanchiment de la pâte de papier et que celui-ci retiendrait quelquefois. Les papetiers se défendent en faisant remarquer d'abord que l'analyse chimique ne peut constater la présence d'aucune trace de ce composé dans les papiers qu'ils livrent à leurs clients. Ils font valoir en outre cette raison péremptoire, que tous les échantillons d'une même fabrication sont loin de présenter ce même inconvénient; de telle façon qu'ils en rejettent la cause sur les photographes eux-mêmes, les accusant d'opérer des lavages insuffisants, et de laisser par là, dans leurs épreuves, de l'hyposulfite de soude, sel auquel il rapportent la cause du piqué blanc dont nous parlons. De là, de part et d'autre, des plaintes, des reproches, et souvent même des procès!

Ayant été appelé dernièrement à rechercher quelle pouvait être l'origine de ces piqûres blanches, j'ai dû préalablement faire l'analyse complète des papiers et des colles qui servent à la fabrication des cartes sur lesquelles on fait adhérer les images photographiques. N'ayant rien trouvé là qui pût servir à l'explication cherchée, ayant remarqué de plus que les macules étaient à la surface de l'image et non à la face opposée, j'ai fait des recherches directes sur les épreuves altérées elles-mêmes, et j'ai été assez heureux pour pouvoir établir expérimentalement le point de départ de ces taches blanches et pour en démontrer la nature.

Pour cela, j'ai fait naître artificiellement quelques taches sur une épreuve intacte, soit à

l'aide de l'hypochlorite de chaux, soit par l'hyposulfite de soude, ou bien encore en employant le cyanure de potassium; puis après dessiccation, j'ai déposé sur les points décolorés une solution d'azotate d'argent. Or, les mouches blanches produites par l'hypochlorite ou par le cyanure n'ont nullement changé de teinte, tandis qu'au contact du sel d'argent, celles que l'hyposulfite avait produites sont devenues très-promptement jaunes, puis brunâtres.

Ayant alors soumis à ce genre d'essai quelques parties d'épreuves photographiques qui s'étaient altérées spontanément, j'ai pu voir à la loupe qu'en touchant ces mouches blanches avec un peu de solution argentique, il se développait peu à peu vers leur centre un point jaunâtre d'abord, puis brun ensuite, qui les envahissait bientôt presque complétement : toutes les taches que j'ai essayées de cette façon ont présenté le même phénomène.

Il résulte donc de ces recherches que *le point de départ du piqué blanc qui se développe sur certaines épreuves photographiques est entièrement dû à la présence de l'hyposulfite de soude* employé à fixer l'image positive. Si le lavage qui suit cette opération est pratiqué d'une manière insuffisante, ou si les épreuves sont séchées entre des papiers buvards ayant servi déjà plusieurs fois et, par conséquent, imprégnés d'hyposulfite, ils en déposent quelques parcelles sur l'image; elles agissent alors peu à peu sur le sel d'argent qui la constitue et produisent ainsi le genre d'altération dont nous avions à rechercher la cause,

On ne peut donc que recommander instamment aux photographes d'apporter les soins les plus minutieux au lavage et au séchage de leurs épreuves, s'ils veulent éviter les fâcheux résultats dont ils se plaignent depuis si longtemps.

M. Widemann nous communique la lettre suivante, qu'il a adressée au *Chemical News :*

Monsieur,

Je lis dans le *Chemical News*, vol. XXVI, p. 60, qu'un de vos correspondants (F. R.) désire obtenir un papier bon conducteur, sans être obligé de le mouiller constamment. Je crois que je puis lui rendre service, car j'ai rencontré la même difficulté il y a à peu près deux ans, travaillant avec le télégraphe autographique de Caselli et de Lenoir. Comme vous savez, le télégramme à envoyer est écrit avec une encre isolante sur du papier recouvert d'une mince couche d'argent. Cette encre isolante est composée invariablement d'une solution d'une gomme-résine, qui a pour effet d'adhérer aux pointes du transmetteur métallique, et ainsi intervient dans la conductibilité. Je supprime cette encre résineuse et la remplace par une forte solution d'acide chromique, formant avec l'argent un chromate rouge d'argent, détruisant la conductibilité (étant un mauvais conducteur) et séchant immédiatement. Je recommande son emploi à notre correspondant.

Pour obtenir mon papier de réception préparé au ferrocyanure de potassium dans un état constant d'humidité et par conséquent toujours bon conducteur, après plusieurs expériences j'employai la glycérine et obtins ainsi les meilleurs résultats. Je prépare d'abord ma solution de ferrocyanure de potassium et j'ajoute après ma glycérine, à peu près moitié, de chaque solution. Cette préparation a été adoptée par le surintendant du *Western Union Telegraph*, M. Ludovic, de New-York, pour le télégraphe autographique de Little. Pour les pointes métalliques de contact, je préfère le cuivre rouge au fer, le fer étant si soluble s'étend trop, et lorsqu'on désire obtenir des lignes excessivement fines, l'ouvrage est maculé; le mien n'a pas le même effet. Je suis, etc. *Signé :* C. WIDEMANN,

15, rue de Trévise, Paris.

PUBLICATIONS NOUVELLES.

Méthodes chimiques servant à déterminer la valeur commerciale des matières grasses, glycérines, savons, cires, etc. — Recherches des falsifications; par MM. DALICAN et FERDINAND JEAN, chimistes. — 1 petit volume in-18 de 72 pages. Prix : 3 francs. — Au bureau du *Moniteur scientifique*, rue de Buci, 12, et chez M. DALICAN, rue du Faubourg-Saint-Denis, 157. Paris.

26194 PARIS. — Typographie de RENOU et MAULDE, rue de Rivoli, 144.

LIBERTÉ. — ÉGALITÉ. — FRATERNITÉ.

LE MONITEUR SCIENTIFIQUE-QUESNEVILLE.

JOURNAL DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES.

Avec un Bulletin médical et de pharmacie.

LA SANTÉ ET L'HYGIÈNE.

JOURNAL MENSUEL.

ABONNEMENTS : **20** fr. par an FRANCO pour la France, **25** fr. pour l'étranger et **30** fr. pour pays d'outre-mer. — Chaque livraison : **2** francs.

On s'abonne chez M. le docteur QUESNEVILLE, rue de Buci, 12, à Paris.

372e Livraison. DÉCEMBRE. Année 1872.

Avis.

Nos Abonnés de France et de l'Étranger sont priés de faire renouveler de suite leur abonnement pour 1873, le numéro de janvier prochain devant paraître dans les premiers jours de ce mois.

Dr Q.

SOMMAIRE.

Pages

De la transmission du choléra par les navires et de l'organisation des quarantaines; par M. le docteur Max v. Pettenkoffer, professeur à l'Université de Munich.... 947

Rapport sur l'huile de pétrole et sur ses avantages et inconvénients (Suite); par M. C.-F. Chandler.... 962

Revue des méthodes d'analyse chimique industrielle publiées à l'étranger; par M. A. Guerout.... 973

Dosage de l'acide nitreux dans l'acide sulfurique. — Dosage du manganèse. — Dosage du fluor dans les fluorures. — Dosage de l'acide citrique. — Dosage du cuivre dans les pyrites. — Dosage du mercure dans ses minerais. — Sur le dosage de l'antimoine et sa séparation d'avec les autres métaux. — Dosage du monosulfure de calcium dans le noir animal.... 973

Académie des sciences.... 977

SÉANCE DU 21 OCTOBRE. — Mort de M. Babinet. — M. Pasteur repousse l'idée que ses expériences confirment la théorie de M. Fremy. — Réponse de M. Chevreul aux allégations de M. Gruyer (1re partie). — Sur les phénomènes de fermentation et leurs rapports avec la physiologie pathologique; par M. Sédillot, à propos d'un mémoire de M. F. Monoyer. — Paquet cacheté de M. Tresca, au sujet des étalons du mètre et du kilogramme. — Action du sucre cristallisable sur le réactif cuprotartrique de Barreswill; par M. Feltz. — Paquet cacheté, ouvert, de M. Fournié.... 977

SÉANCE DU 28 OCTOBRE. — Discussion entre M. Fremy et M. Pasteur sur la fermentation. — Suite et fin de la réponse de M. Chevreul à M. A. Gruyer. — Sur la dissociation cristalline (aluns); par MM. Favre et C.-A. Valson. — Sur l'extension actuelle du *Phylloxera* en Europe; par M. S.-E. Planchon. — Recherches de MM. Duclaux et Cornu sur le *Phylloxera*. — Proposition de M. Loarer au sujet du *Phylloxera*. — Recherches chimiques sur les feuilles de l'*Eucalyptus globulus*; par M. Rabuteau. —

Pages
Lecture d'un paquet cacheté, de M. Jacquez, sur la propriété antifermentescible du borax et du sous-borate d'ammoniaque... 980

SÉANCE DU 4 NOVEMBRE. — Mémoire sur l'origine solaire probable de l'électricité atmosphérique; par M. Becquerel. — Sur la production de l'alcool par les fruits; par M. Pasteur. — Nouvelle discussion entre M. Fremy et M. Pasteur. — Sur les photographies de la Lune, de M. Lewis Rutherfurd; par M. Faye. — Rapport sur un mémoire de M. le docteur Dufossé; par M. C. Robin. — Effets de la foudre sur les arbres; par M. Colladon. — Observations de M. Becquerel. — Utilité du sulfure de calcium contre le *Phylloxera*; par M. de Wissocq. — Formules pour les lois de teinture; par M. P. Havrez. — Propriétés antifermentescibles du silicate de soude; par M. Picot... 987

SÉANCE DU 11 NOVEMBRE. — Travaux géodésiques du capitaine Ferrier. — Nouveau travail de M. Le Verrier. — Origine des levûres lactique et alcoolique; par M. Trécul. — Réponse de M. Pasteur. — M. Fremy adresse une observation à M. Pasteur. — Réponse et discussion nouvelle. — Candidature de M. Berthelot. — Sur la composition du chlorure de chaux; par M. J. Kolb. — Causes de déperdition du sodium dans la préparation de la soude. — Recherches sur la santonine; par M. L. de Saint-Martin. — Sur le fonctionnement du cerveau; par M. le docteur E. Fournié. — Transformation des moisissures; par M. Béchamp. — M. Gaudin et son *cent millionième de millimètre*. — Dosage du manganèse; par M. A. Leclère... 994

De la pepsine. — Nouvelle méthode pratique pour la préparer. — Propriétés et pouvoir digestif de cette substance; par M. E. Scheffer... 998

La monnaie de platine; par M. A. Jouglet... 1003

Fusion du platine; par M. H. Violette... 1006

Sur le pourpre de Cassius; par M. H. Debray... 1007

Les sulfacides des couleurs d'aniline; par M. Bulk... 1008

Placage à l'aluminium; par M. C. Winkler... 1010

Fabrication de la tôle russe... 1012

Sur le pouvoir que possèdent certaines substances de prévenir la putréfaction, etc.; par M. C. Calvert... 1013-1014

Sur les causes de fièvres intermittentes et les moyens de les combattre; par M. E. Ferrière... 1015

La lumière oxyhydrique devant le jury officiel... 1016

Procédé de dosage de l'acide phosphorique total d'un sol; par M. E. Grandeau... 1018

Place aux jeunes... 1019

Publications nouvelles... 1019

Cours de physiologie professé à la Faculté de médecine de Strasbourg; par Kuss. — Du tabac; par M. Gaffard. — Le langage des nombres; par M. Tarnier. — Principes de géologie, de M. C. Lyell. — De la curation du charbon, etc.; par M. le docteur Déclat. — Aide-mémoire de pharmacie, de M. E. Ferrand... 1023

Réclamations... 1023

PUBLICATIONS NOUVELLES.

Éléments de Botanique comprenant l'anatomie, l'organographie, la physiologie des plantes, les familles naturelles et la géographie botanique; par P. DUCHARTRE, membre de l'Institut (Académie des sciences), professeur à la Faculté des sciences de Paris. — Paris, 1867. — 1 vol. in-8° de 1,088 p., avec 510 fig. dessinées d'après nature; par A. RIOCREUX, cart. — Prix : 18 francs.

C'est un livre commode et instructif pour ceux qui abordent l'étude des plantes, indispensable aux élèves des Lycées et aux étudiants qui se préparent aux examens du baccalauréat et de la licence, utile même, dans une certaine mesure, aux botanistes qui n'ont pas étudié les végétaux au point de vue de leur structure, de leur organisation et de leur vie, aussi attentivement qu'à celui de la détermination de leurs espèces et des caractères qui distinguent celles-ci.

DE LA TRANSMISSION DU CHOLÉRA PAR LES NAVIRES

ET

DE L'ORGANISATION DES QUARANTAINES.

Par M. MAX. v. PETTENKOFER,
Professeur à l'Université de Munich (1).

Traduit de l'allemand pour le *Moniteur scientifique* par le docteur CHARLES WEISS.

On sait que le choléra peut éclater sur les vaisseaux ; on connaît les quarantaines employées pour limiter la propagation de la maladie par les relations maritimes ; moi-même j'ai eu l'occasion de traiter la question à plusieurs reprises. Le choléra, dans le courant de cette année 1872, fait craindre une nouvelle invasion en Europe ; aussi, le moment me semble-t-il venu d'y fixer l'attention à nouveau, d'après tous les résultats obtenus jusqu'ici. Je voudrais autant que possible faire précéder l'apparition de l'épidémie de certaines règles qui serviraient à surveiller les relations maritimes au point de vue de l'étiologie du choléra.

La propagation de la maladie par les relations humaines n'est plus une théorie, mais un fait. Seulement, il s'agit de déterminer la manière dont elle se propage, et c'est là le point où règne une obscurité profonde. Les relations maritimes sont peut-être, de toutes les relations, les seules qui peuvent être surveillées, déterminées et expérimentées pour saisir en fin de compte les faits décisifs de propagation et les causes qui les amènent. Ma conviction est qu'il faut tout employer pour tirer à profit la prochaine invasion européenne.

Tous les faits qui se rapportent au choléra doivent être recherchés, rassemblés et bien établis, car nos mesures de précaution sont à la fois trop coûteuses et trop infructueuses ;

Établies sur des données purement hypothétiques, il s'agit de les fondre sur des expériences nouvelles pour leur donner un but certain ou les abandonner définitivement et employer l'argent qu'elles coûtent à des objets plus utiles.

La première et la plus importante des questions me semble être celle de nous présenter clairement dans leur ensemble tous les faits recueillis jusqu'ici, malgré leurs lacunes et leurs invraisemblances.

Notre résolution énergique sera d'acquérir une connaissance exacte, une image nette et précise de la façon dont le choléra se comporte sur les vaisseaux. Aussi ne veux-je plutôt que disposer les faits et les faire parler par eux-mêmes. Chaque théorie pourra s'éprouver à leur contact et voir jusqu'à quel point elle trouvera ou non sa confirmation dans leur concordance.

Alors aussi chacun verra ressortir les points qu'il faut encore fixer avant que l'une ou l'autre puisse être déclarée vraie.

Déjà, dans une occasion (2) antérieure, j'ai indiqué un ouvrage de Friedel (3) dans lequel il traite de l'évolution du choléra sur les vaisseaux de la flotte anglaise dans la Méditerranée et les mers indiennes. Il employa dans ce but les documents officiels : *Reports on the health of the Royal Navy*. Friedel dit, page 67 de son livre en parlant de la flotte anglaise méditerranéenne : « En 1834, le choléra régnait sur les vaisseaux, à Gibraltar et à Santander. C'est sur le rivage qu'il prit naissance aux deux endroits, et fut évidemment amené de là à bord. A Santander, il se continua jusqu'au milieu de l'année suivante, mais s'arrêtait toujours à bord dès que le vaisseau atteint avait pris mer pendant quelques jours.

En 1837, il éclata au port de la Valetta (Malte), après quelques prodromes, et s'étendit épidémiquement à beaucoup de vaisseaux. Il régnait au port, déjà depuis le 1er juin, à l'Hôpital

(1) *Ueber Cholera auf Schiffen und den Zweck der Quarantænen;* von Max. v. Pettenkofer. München, 1872.
(2) *L'immunité de Lyon pour le choléra, etc.*
(3) *Les maladies dans la marine.* Berlin, chez Enstin, 1866.

des pauvres, situé tout près de la place aux quarantaines, et enleva en peu de temps les deux tiers des habitants de cet hôpital.

« D'abord le choléra assaillit parmi les vaisseaux de guerre une corvette turque mise en quarantaine parce qu'on lui soupçonnait la peste, ensuite le vapeur anglais *Hermes.* Là dessus, les autres vaisseaux anglais quittèrent le port aussi vite que possible. Le navire *Rodney* partit le 12 juin, exempt d'épidémie, croisa en vue de la Sicile jusqu'au 29, puis jeta l'ancre, pour s'approvisionner d'eau, dans la baie de Bighi. Là, dit-on, le choléra régnait sur les vaisseaux marchands qui étaient à l'ancre. Le 1er juillet, un homme, qui ni là ni à Malte n'était allé à terre, tomba malade et mourut du choléra ; et du 2 au 13 juillet se succédèrent 94 cas, dont 10 furent mortels. Ce premier individu infecté, qui cependant n'avait pas quitté le vaisseau, vient naturellement fournir un argument de plus pour la non contagiosité de l'affection. Les autres navires aussi, par exemple : *Caledonia*, *Russel*, *Bellerophon*, etc., subirent des attaques plus ou moins violentes de la maladie, quelques-uns même à une distance considérable en pleine mer. Mais tous rapportent unanimement qu'avant aussi bien que pendant la maladie, les diarrhées cholériques sévissaient en grand nombre à bord, et que celles-ci pouvaient être l'occasion d'un développement du choléra sous une de ses formes mortelles.

Quelque peine qu'on se donnât, sur terre comme à bord, pour découvrir les conditions et les causes locales, tout fut inutile ; tout ce qu'on put établir, c'est que des navires demeurés loin de l'endroit infecté furent à l'abri de la maladie. On n'a pas d'exemple qu'un vaisseau gardant la pleine mer, après avoir communiqué soit avec Malte, soit avec la Sicile, ait été infecté. Il n'est pas nécessaire que le navire qui a apporté la contagion en ait été atteint lui-même ou avant les autres, ou qu'il l'ait communiqué à d'autres vaisseaux encore. Fréquemment, des personnes ont été atteintes à bord, sans être allées à terre, dans la contrée infectée; fréquemment aussi, des cholériques d'un vaisseau ont été transportés à l'hôpital de la marine, à Malte, sans communiquer leur maladie à un seul des autres malades, ou des infirmiers, ou des médecins. Toujours le premier cas de maladie a été apporté du continent, ou communiqué par ceux qui avaient eu la permission d'aller à terre, sans que ceux-ci fussent atteints eux-mêmes sur-le-champ.

Ainsi, un officier qui avait été à terre ne tomba pas malade aussitôt, mais ce fut son ordonnance resté à bord ; » etc.

Parlant de la flotte anglaise dans les mers de l'Inde et de la Chine, Friedel écrit, page 151 :

« Le choléra épidémique, de 1830 à 1861, atteignit en moyenne 12.4 et fit mourir 2.8 individus sur mille ; le maximum répond à l'année 1838, le minimum à 1833. L'année 1836 est la seule où ne régna à bord aucune épidémie de choléra, il y eut seulement des cas nombreux de vomissement. Toutes les autres années virent de vrais choléras indiens. Bombay, Calcutta, Madras, Trincomalé, Singapour, Calicut, Rangoon, Mauritius, Aden, furent, dans l'Océan indien, les foyers de la maladie, de là elle se répandait continuellement parmi les vaisseaux. Sur les côtes de Chine, ce fut à Ningpo et à Tschinhai qu'éclata le choléra pour la première fois, en novembre 1841, parmi les soldats de marine qui avaient débarqué là. Les vaisseaux ne furent atteints que l'année suivante, et cela à Honghongh, Macao, Amoy, Chantchaofô, Tchousang, Tchinkiungfô, Nanking, Wousong, Changhaï. Au mois d'août 1858, des vaisseaux, qui avaient à bord des cholériques, transportèrent la maladie de Changhaï à Nangasaki.

Dans les stations australiennes, le choléra n'a été apporté jusqu'à présent que par un *seul* vaisseau probablement ; mais lorsqu'en 1832 parut au Swanriver une forme encore inconnue de choléra, les vaisseaux n'emportèrent rien de la maladie. L'explication nous en est fournie par nos rapports.

En 1831, le *Cruiser* quitta Bombay et fit voile vers le Swanriver. En mai, il y avait eu à Bombay un cas de choléra à bord, qui fut guéri. Le 12 juillet, il s'en présenta un second, le 26 un troisième et un quatrième, le 8 août un cinquième. Les quatre derniers cas se terminèrent par la mort, en pleine mer, le dernier à 28 degrés de latitude sud. Comme entre ces divers cas une période de quinze jours s'était écoulée, on pouvait craindre une nouvelle attaque pour le 22 août ; il est fâcheux qu'on n'ait pas indiqué si à cette date le navire était à Swanriver. On peut cependant présumer que c'est là le vaisseau qui occasionna à cette époque la

première et unique épidémie cholérique, très-restreinte, sur la côte occidentale d'Australie. Ici, la période d'incubation entre chaque cas de maladie fut aussi longue qu'elle était courte en d'autres circonstances.

En 1840, à Calcutta, le choléra parut sur le *Conway*, deux jours après l'arrivée de ce navire; sur le *Larne*, après trois jours, sur l'*Algérine* après cinq jours. Même, suivant plusieurs relations, la maladie se serait montrée dès l'arrivée du vaisseau, chez des personnes qui n'étaient pas allées à terre. Dans ces cas, on constata du moins qu'un bateau de provisions venu du continent avait accosté le navire, et que les gens qu'il portait avaient communiqué avec l'équipage. On rapporte même un cas où un indigène mourut du choléra dans un de ces bateaux (qui avait accosté l'*Améthyste* à Singapore, en 1858).

« De pareils cas font penser que là où l'infection par contact avec les indigènes est niée comme impossible, il a dû s'opérer une transmission cachée, dans le genre de la précédente, et que le personnel de surveillance l'aura niée par crainte du châtiment. C'est l'avis de presque tous les médecins de la marine anglaise. Le résultat définitif de leurs conclusions, c'est que, quand le choléra règne à terre, il faut lui attribuer la cause de toutes les affections semblables qui apparaissent à bord. On ne nous apprend rien sur le mode de propagation de la maladie; toutefois on reconnaît que le choléra peut être transmis non-seulement par les personnes vivantes, mais aussi par leurs déjections, par les objets inanimés et les territoires souillés par ces déjections. La meilleure prophylaxie individuelle consiste à tenir sa personne en état de propreté, à éviter l'approche et le séjour des contrées humides, basses et malpropres..... De plus, le séjour en pleine mer, le voyage par une brise fraîche, la vie régulière, sont recommandés comme les meilleurs préservatifs, même dans les contrées suspectes. »

Un autre écrivain, qui mérite pleine confiance, le docteur John Macpherson (1), parle en ces termes du choléra sur les vaisseaux des mers indiennes :

« La prédilection apparente du choléra dans le Bengale pour certains endroits choisis, si on peut parler ainsi, je veux dire l'embouchure du fleuve Hoogley et celle du Gange, est très-remarquable. C'est chose extraordinaire, pour un navire, de remonter le Hoogley pendant l'époque du choléra sans recueillir plusieurs cas de maladie; depuis longtemps on sait qu'un régiment, soit d'Européens, soit d'indigènes, échappe rarement à la maladie. Même quand la traversée est abrégée par la vapeur, il est rare qu'un équipage européen en revienne intact. Récemment encore j'ai entendu parler des souffrances atroces de coolies (qui sans doute étaient embarqués à l'étroit) sur des vapeurs qui allaient aux plantations de thé de Catchar.

« Les vaisseaux qui pénètrent dans le Hoogley reçoivent toujours le choléra. Les gens de mer le sentent si bien que les capitaines des vaisseaux de Sa Majesté arrêtent souvent leurs navires à l'embouchure du fleuve, dans l'espoir d'échapper à la maladie; ils réussissent bien souvent, néanmoins pas toujours. Les capitaines, en règle générale, attribuent toujours le choléra à quelque communication des gens de l'équipage avec le continent. On a cherché à montrer que les vaisseaux souffrent davantage près du rivage et à l'embouchure des cloaques; c'est un fait moins certain. Souvent, quand trois vaisseaux étaient à l'ancre au même endroit, celui du milieu a gagné le choléra, sans que les deux autres s'en ressentissent. Le mouvement du navire, allant du bord au milieu du fleuve, peut souvent enrayer les progrès du choléra; dans d'autres circonstances, il n'est d'aucune utilité; en général, tout changement de place fait du bien. Le seul moyen d'arrêter la marche du choléra, sans renvoyer l'équipage à terre, c'est de pénétrer en pleine mer. Un navire descendant le fleuve gagne presque sûrement un ou deux cas de maladie; mais, dès qu'il s'avance en pleine mer, il est certain de perdre son choléra. Et cela s'applique aux vaisseaux qui transportent des coolies aussi bien qu'à ceux qui transportent des Européens.

« Il est arrivé que le choléra ait éclaté en pleine mer parmi les coolies, quinze jours après le départ de Calcutta, mais c'est un cas excessivement rare, et si l'on admet l'influence pernicieuse de l'agglomération et du manque de propreté, on ne peut que s'étonner de cette

(1) *Cholera in its home*. London, 1866, Churchill, p. 24.

rareté. Un des exemples les mieux connus est celui du *Sultany*, qui partit de Calcutta, le 10 février 1854, avec 80 matelots et 375 émigrants. Il n'avait pas de choléra en descendant le fleuve, mais quinze jours après avoir quitté Sandheads, c'est-à-dire le 29 février, le choléra éclata et 30 passagers en moururent. Le vaisseau atteignit Mauritius le 24 mars, et l'on a cru qu'il avait apporté le choléra. Nous ne nous occupons pas de savoir si la maladie existait déjà dans l'île. Tout ce que je sais, c'est que nulle épidémie pareille ne s'est déclarée, sur les vaisseaux retournant en Angleterre, plus tard que dix jours après avoir dépassé Sandheads.

« Quant au *Sultany*, on peut hardiment admettre que les navires de pèlerins partant de Bombay, ou même de Calcutta, peuvent porter avec eux le choléra dans la mer Rouge, parce que l'agglomération et la malpropreté y favorisent spécialement l'incubation de la maladie. J'ai vu moi-même, il est vrai, le boulanger d'un fort vapeur mourir deux jours après Sandheads sans que la maladie se répandît sur le navire, qui cependant était surchargé; malgré cela, je ne doute pas que, *une* fois au moins, des cas de choléra aient pu se présenter sur un vapeur indien après son arrivée à Suez. Toujours est-il certain qu'au retour les vaisseaux ne gagnent jamais le choléra en mer, et que jamais il n'a éclaté parmi les indigènes plus tard que trois semaines après le départ de Sandheads. En général, on peut dire que les gens de mer gagnent le choléra quand ils viennent à Calcutta et le perdent quand ils vont en mer. »

Dans ces derniers temps, Bryden et Cuningham ont fait à Calcutta d'intéressantes recherches sur le choléra des navires qui partent des Indes avec des émigrants. J'ai communiqué ces résultats dans mon mémoire de la *Propagation du choléra dans les Indes,* p. 69; je répète ici ce qu'il contient d'essentiel :

Le *sanitary-commissioner* Cuningham a écrit un paragraphe spécial sur la *Statistique du choléra sur les vaisseaux d'émigrants* dans son ouvrage *Sur les épidémies de 1869*. Il dit : « La statistique du choléra à bord des vaisseaux d'émigrants qui partent des Indes fournit une classe spéciale de faits qui jusqu'ici n'ont pas été étudiés avec le soin qu'ils méritent. On a mis à contribution les journaux de pareils navires partant des ports de l'Inde; tout incomplets et tout inexacts même qu'ils soient, ils fournissent des résultats remarquables. De 1843 à 1869, le choléra n'a atteint que 9 des vaisseaux qui emportaient les émigrants de Madras. Le plus grand nombre de cas pour 1 vaisseau de 338 passagers s'élève à 26. Dans 5 de ces vaisseaux, ce nombre variait de 1 à 6. La maladie ne se limitait pas dans les premiers jours du voyage.

« Du Bengale à Mauritius, il y eut une émigration active pendant de longues années. De 1850 à 1868, il y eut 431 vaisseaux allant de Calcutta à Port-Louis, qui n'y portèrent pas moins de 138,036 émigrants. Sur 75 vaisseaux (17 pour 100) se montra le choléra. Son apparition était restreinte dans les premiers jours du voyage. Pour 57 vaisseaux, le nombre des malades n'atteignit pas le chiffre 10; pour 3 vaisseaux seulement, ce chiffre dépassa 20 et fut 21, 23, 33.

« De 1861 à 1869, 126 navires transportèrent 50,604 indigènes de Calcutta aux Indes occidentales. Le choléra apparut sur 20 d'entre eux (16 pour 100); sur 2 seulement le nombre des malades dépassa 5. Il y avait en moyenne 400 passagers par vaisseau, et le voyage durait en général trois mois. »

Bryden aussi, tout récemment, s'est occupé du même sujet, et s'est essentiellement servi des mêmes matériaux, en choisissant seulement d'autres années; il arrive en somme aux mêmes résultats que Cuningham. Les tableaux de Bryden embrassent la période 1850-1865 sur la ligne de Calcutta à Mauritius avec 105,382 personnes, et la période 1861-1869 sur la ligne de Calcutta en Amérique avec 72,681 personnes.

Bryden aussi ne se cache pas les lacunes de cette statistique; néanmoins il est convaincu que ce qu'on possède présente en somme une image fidèle de la marche du choléra sur ces vaisseaux.

De tous ceux qui allèrent à Mauritius ou en Amérique, 82 subirent le choléra après leur départ. Ces 82 vaisseaux atteints de choléra transportèrent en tout 30,361 personnes dont

22,077 allant à Mauritius eurent 264 cas de choléra et 8,284 allant en Amérique eurent 81 cas.

Cela fait un peu plus de 1 pour 100 sur les passagers de la première ligne, un peu moins sur ceux de la seconde ligne. Sur la masse totale des émigrants (178,063) transportés par tous les vaisseaux, on trouve ainsi 0.19 pour 100, presque 2 pour 1,000 cas de mort. Ce nombre se rapproche de celui donné par Friedel pour la flotte anglaise des mers de la Chine et de l'Inde, de 1830 à 1861 ; c'est-à-dire 2.8, un peu moins de 3 pour 1,000. D'après cela, les marins anglais ont un peu plus souffert du choléra que les émigrants indous.

Les faits exposés jusqu'ici pourraient suffire à donner une idée exacte de la fréquence du choléra sur les vaisseaux en général. En somme, les faits nous forcent à conclure que la mer et les vaisseaux en mer ne sont pas le terrain propice au choléra, que le choléra vient toujours du continent, qu'il s'éteint rapidement sur les vaisseaux, malgré certaines exceptions où il attaque avec violence un navire ou l'autre.

Avant d'arriver à la discussion des faits, il est bon de considérer la marche du choléra sur quelques vaisseaux particuliers.

A Gibraltar on pense, et, je crois, avec raison, que l'*Orontes*, en 1865, y apporta de Malte le choléra avec le 2e bataillon du 22e régiment. Sutherland, dans son *Report on the sanitary condition of Gibraltar with reference to the epidemic cholera in the year 1865*, rapporte qu'avant de s'embarquer à Malte, le 22e régiment se trouvait avec d'autres troupes dans un camp à trois milles de Floriana. Au moment de l'embarquement, le choléra régnait dans le camp. Le régiment devait aller à l'île Mauritius.

Le 5 juillet il leva le camp, traversa Floriana sans passer par aucune localité où régnât le choléra, et s'embarqua à bord de l'*Orontes*; ce vaisseau était dans le port de quarantaine, à 200 ou 300 mètres d'un fort où le choléra n'éclata que trois jours après l'embarquement du régiment. Le navire, du reste, ne s'était jamais approché du fort, et n'avait eu avec lui aucune communication. Dans le camp que le 2e bataillon du 22e régiment avait occupé, le premier cas de choléra ne se montra que le 20 juillet sur une femme, sur un soldat le 27 juillet. En tout, il y eut dans le camp Pembroke 22 cas de choléra dont 16 furent mortels. Le 22e régiment avait abandonné Malte le 6 juillet, ainsi quinze jours et même trois semaines avant le premier cas de choléra dans le camp Pembroke; ce régiment, avec un certain nombre d'invalides et de soldats hors de service, de femmes et d'enfants, à bord de l'*Orontes*, arriva à Gibraltar après un voyage de quatre jours sans nul indice de choléra. L'*Orontes* était en destination pour l'Angleterre. Comme le vaisseau qui devait transporter le régimént à Mauritius n'était pas encore arrivé, les troupes débarquèrent à Gibraltar. Elles occupèrent l'emplacement ordinaire des campements, au nord de la forteresse, sur la longue et étroite langue de sable qui sépare le golfe de Gibraltar de la Méditerranée. Le régiment resta intact, sauf un cas unique de diarrhée, jusqu'au 18 juillet, où le soir, à neuf heures, le choléra se montra pour la première fois chez un soldat, qui mourut le lendemain matin à dix heures. Ce soldat, deux heures avant son attaque de choléra, était encore de service à la revue. On remarquera que le premier cas de choléra au camp de Pembroke, à Malte, quitté par les troupes le 5 juillet, arriva le 20 juillet.

Immédiatement après cette première attaque de choléra à Gibraltar, on leva le camp, le 19 au matin. La compagnie où le cas s'était présenté fut embarquée à bord du *Star of India*, qui venait d'arriver de l'Angleterre. Par précaution, on retint encore pendant quarante-huit heures le navire dans la baie de Gibraltar; mais comme tout restait sain à bord, il partit.

Comme le vaisseau qui devait transporter la 2e compagnie à Mauritius n'était pas encore venu, les troupes occupèrent un nouveau camp à l'orient de la langue de terre près de la Méditerranée. Là se présentèrent 2 cas de diarrhée parmi la troupe, qui néanmoins resta bien portante jusqu'au 31 juillet; alors se montra une nouvelle attaque du choléra, qui commença à onze heures et finit le jour même par la mort. Ce fut là le second cas de choléra à Gibraltar dans le 22e régiment. Il faut remarquer ici que le second cas au camp de Pembroke, à Malte, arriva le 27 juillet.

Dans l'intervalle, le *Devonport*, destiné à la 2e compagnie, était arrivé d'Angleterre le 30 juillet; les troupes furent immédiatement embarquées après la mort du cholérique.

Après un séjour de soixante heures dans la baie, pendant lequel tous restèrent bien portants, le vaisseau se mit en route pour Mauritius.

Durant le voyage, 5 diarrhées se présentèrent à bord du *Star of India* et 2 à bord du *Devonport;* à Gibraltar s'en montrèrent 2; il n'y eut aucun cas de choléra.

Sur la langue de sable, où le 22e régiment avait campé du 11 au 13 juillet, le choléra se montra pour la première fois le 3 août, dans une série de petites maisons éloignées d'environ un kilomètre du camp. D'abord le choléra ne s'étendit que sur ce terrain, et ce ne fut que le 19 août qu'il atteignit la ville même de Gibraltar. L'*Orontes*, qui avait amené de Malte le 22e régiment le 10 juillet, resta jusqu'au 14 à Gibraltar, puis transporta en Angleterre 83 soldats hors de service, 91 invalides, 21 femmes, 27 enfants ; il arriva à destination le 20 juillet, après six jours de voyage, sans avoir présenté aucun cas de maladie à bord.

J'appellerai encore l'attention sur deux autres vaisseaux emmenant des troupes de Gibraltar au cap. Voici ce qu'en dit le docteur Rutherford :

« Le 1er bataillon du 9e régiment campait à Gibraltar au King's bastion, Wellington front et Towerange (le tout situé dans la partie civile de la ville). L'aile gauche fut embarquée le 19 août à bord du *Windsor Castle* pour aller au cap Bonne-Espérance, où elle arriva en très-bon état. Le même jour, le 19 août, le premier cas de choléra parut dans la ville à Gibraltar. Le 21 août, l'aile droite du quartier général vint à bord du *Renown*, et le lendemain, le 22, troisième jour après l'apparition du choléra en ville, le choléra atteignit un homme qui, le 21, à six heures du matin, avait été embarqué et employé au chargement; il fut aussitôt conduit à l'hôpital et mourut après peu d'heures. Le vaisseau de transport fut retenu trente heures encore dans la baie, et comme aucun nouveau cas n'éclata, il se mit en route. Le 5 septembre, ainsi quatorze jours après le cas mortel de Gibraltar, le choléra survint à bord du *Renown* et dura quatorze jours, donc jusqu'au 19. Le médecin du vaisseau, 9 hommes, 1 femme et plusieurs enfants moururent. Il est à remarquer que l'irruption à bord correspondait avec la marche de l'épidémie à Gibraltar, quoique le *Renown* était en ce moment depuis longtemps en route pour le cap de Bonne-Espérance.

L'aile gauche, qui fit son départ le même jour, tout atteinte qu'elle était en ville, resta saine depuis. L'aile du quartier général, qui partit quatre jours plus tard, fut atteinte.

Nous devons à Robert Lawson (1) d'autres relations encore sur cette remarquable épidémie du *Renown*. Les troupes étaient composées de 16 officiers, 333 sous-officiers et soldats, 28 femmes et 65 enfants ; les matelots étaient au nombre de 32. Les compagnies A, B, D, F et K, étaient à bord. Les diarrhées commencèrent le 29 août, et des cas réels de choléra le 5 septembre.

La marche du choléra sur le *Renown*, pendant son voyage, fut la suivante :

DATES. — 1865.	POSITION DU VAISSEAU A MIDI.		CHOLÉRA.	
	Latitude.	Longitude.	Malades.	Morts.
5 septembre	19° 14′ N.	27° 16′ O.	2	1
10 —	6° 27′ N.	21° 40′ O.	2	1
11 —	5° 11′ N.	20° 41′ O.	5	5
12 —	3° 51′ N.	35° 17′ O.	1	1
13 —	2° 31′ N.	27° 05′ O.	2	1
16 —	4° 33′ S.	31° 11′ O.	3	3
19 —	13° 58′ S.	30° 04′ O.	2	2
			17	14

La marche du choléra dans la ville de Gibraltar était absolument la même que sur le *Renown*. Du 19 août au 5 septembre il n'y eut que des cas isolés, mais du 5 au 6 septembre leur

(1) *Observations on outbreaks of cholera in ships at sea.* (*Medical Times and Gazette*, vol. II, 1871, n° 1101.)

nombre s'éleva soudain de 7 à 15 et atteignit le maximum de 49 cas en un jour, le 13 septembre.

Sur 364 personnes qui peuplaient le *Renown*, 14 moururent, et 15 en comptant le cas de Gibraltar, c'est-à-dire 2.6 pour 100. Sur 5,978 personnes composant la population militaire de Gibraltar, 106 moururent, c'est-à-dire 17 pour 100. Sur 17,491 personnes composant la population civile de Gibraltar, 420 moururent, c'est-à-dire 2.4 pour 100. Cette épidémie sur le vaisseau ne fut en somme pas plus faible qu'une de celles du pays dont elle émanait. Ce qui dans sa marche la rendait encore intéressante, c'est son extension dans les compagnies considérées spécialement :

COMPAGNIES.	CHOLÉRA. Malades.	CHOLÉRA. Morts.
Compagnie *A*	»	»
— *B*	1	1
— *D*	»	»
— *F*	10	7
— *K*	2	2
Femmes	1	1
Enfants	2	2
Matelots	2	2

Le soldat qui tomba déjà malade à Gibraltar, et mourut lors de l'embarquement, appartenait à la compagnie *F*. Il est compris dans le nombre. Le deuxième cas aussi, celui qui se présenta le premier en route, le 5 septembre, fut un soldat de la compagnie *F*. Un enfant appartenant à un sergent de la même compagnie *F* tomba malade en même temps.

Le *Renown* est décrit comme un beau vaisseau de 1.293 tonnes. Il avait une ventilation excellente dans toute sa longueur. Les compagnies étaient disposées de la façon suivante : L'hôpital, selon la coutume actuelle, occupait le babord, contre l'ouverture principale. En avant du tribord était établie la compagnie *A*, puis venait la compagnie *F*, qui comprenait l'espace vis-à-vis de l'ouverture principale. Plus en arrière se trouvaient la musique et les tambours. En avant du babord était *B*, puis venait la compagnie *K*, qui occupait l'espace jusqu'à la cloison de l'hôpital. La compagnie *D* était au milieu du vaisseau, devant l'ouverture principale, entre *K* et une partie de *F*. Les femmes et les enfants étaient à l'arrière du vaisseau. Lawson est de l'opinion que la compagnie *F* ne fut si violemment éprouvée que parce qu'elle était postée le long de l'ouverture principale qui conduit à fond de cale. Un des matelots malades se serait, moitié par service, principalement tenu près de l'ouverture principale. Les autres compagnies seraient tombées malades selon leur plus ou moins de proximité de l'ouverture. Cette conclusion ne me semble pas justifiée, vu le fait que les compagnies *K* du côté babord et *F* du côté tribord, en face l'une de l'autre près de l'ouverture n'ont été atteintes que très-inégalement. Il me semble bien plus important à noter qne déjà, lors de l'embarquement à Gibraltar, un cas survint dans la compagnie *F* qui allait fournir en route un contingent bien plus nombreux que toutes les autres compagnies.

L'approvisionnement du vaisseau est décrit comme excellent. Une certaine quantité d'eau fut prise à bord dès Londres, puis complétée à Gibraltar. Un appareil distillateur capable de fournir 500 gallons d'eau (2,270 litres) par jour, se trouvait aussi à bord. Du jour de l'apparition du choléra sur le vaisseau on n'employa plus pour cuire et boire que de l'eau gagnée de la sorte. La cargaison se composait de marchandises destinées au marché de l'Inde ; du fer et des bardeaux (*shingles*) mêlés de sable formaient le lest. Une certaine quantité de ce lest se trouvait auprès de l'ouverture principale.

Quand Lawson arriva en novembre à Algoa-Bay, à bord du *Renown*, il trouva ce lest mouillé, mais sans ordure. Pendant tout le voyage on n'avait manifesté aucune plainte sur des odeurs désagréables pouvant venir de fond de cale. Quand le choléra parut, les gens furent réunis autant que possible sur le pont supérieur pendant le jour. Tous les moyens furent employés pour ventiler au mieux l'étage supérieur, et comme le temps restait beau, tous les ventilateurs furent toujours ouverts. Lawson croit que sans ces moyens mis de suite en jeu l'épidémie eût sévi bien plus violemment encore.

On dit que l'air mauvais ou trop peu renouvelé, que l'accumulation de monde sur les vaisseaux peuvent développer largement le choléra.

J'ai plusieurs faits à citer à ce sujet. Des vaisseaux prenant la mer par un mauvais temps et infectés au départ d'un foyer de choléra, avaient été forcés de maintenir fermées toutes les ouvertures. Voici le cas rapporté par le docteur Milroy (1), lors de la guerre de Crimée : Le *Britannia*, qui portait le pavillon du vice-amiral Dundlas, fut éprouvé d'une façon particulièrement violente. Presque les deux tiers de l'équipage furent abattus par des formes plus ou moins puissantes de l'épidémie.

L'équipage comprenait 1,040 hommes. Sur 229 cas reconnus de choléra, 139, c'est-à-dire 13 pour 100 de tout l'équipage, furent suivis de mort. Toute cette épouvantable mortalité se passa, à peu de chose près, dans l'espace de 4 à 5 jours. Aucun cas mortel n'atteignit les officiers.

« D'autres vaisseaux de la flotte, surtout des vaisseaux de ligne, eurent beaucoup à souffrir à la même époque, mais jamais dans les proportions de la *Britannia*. Les circonstances qui disposèrent à la virulence extraordinaire de la maladie à bord du vaisseau-amiral semblent avoir été les suivantes : Le vaisseau vint à Varna, fin juillet; son équipage était dans de très-bonnes conditions sanitaires, et le bâtiment parfaitement tenu. Sitôt après, la diarrhée s'établit et augmenta de jour en jour en s'accompagnant de cas de choléra. On crut bien faire de prendre la mer, espérant se débarrasser de la maladie en levant l'ancre près du rivage. Le premier jour le changement parut bon, mais à partir de la nuit suivante, on trouva nécessaire de fermer les ouvertures des ponts inférieurs ; l'état empira rapidement, et le matin suivant l'éruption terrible eut lieu. Les hommes parurent empoisonnés par le mauvais air qu'ils avaient respiré pendant la nuit. La violence de la maladie dura les quatre jours suivants, jusqu'à ce que le vaisseau retourna à Verna et que tout l'équipage fut déversé sur d'autres bâtiments. A partir de ce moment elle diminua rapidement et s'arrêta, sans se communiquer sur ces bâtiments à d'autres individus, et sans faire d'autre mal. »

Le docteur Milroy attribue ensuite toute l'augmentation de l'épidémie à l'influence mortelle d'un air impur, et suppose que les officiers n'ont été épargnés à cette occasion que pour avoir eu un milieu de respiration moins restreint. Nous verrons jusqu'à quel point cette opinion peut être justifiée.

L'auteur examine encore quelques rapports sur les épidémies à bord des vaisseaux. L'*Apollon*, frégate allant de Cork, en Irlande, à Honghong, en Chine, offre un cas rapporté par le docteur Fraser, médecin du bâtiment. Le choléra régnait à Cork, mais n'éclata à bord qu'après le départ, et, sur 600 personnes, en frappa 32 et en tua 18 dans l'espace de cinquante-six jours. Le départ s'effectuait le 17 juin 1849. Ici encore, quoi qu'en dise le docteur Fraser, les ouvertures ne sont pour rien dans la propagation de la maladie.

Le *Windsor-Castle*, vaisseau destiné au transport des troupes, embarqua environ 450 personnes le 11 juillet 1866. Le départ eut lieu le 12, à Gravesend, en Angleterre. L'épidémie dura trente-neuf jours et coûta la vie à 10 personnes ; il y en eut un bien grand nombre d'atteintes. Ce fait et les suivants sont relatés par Lawson.

Le *Lord Warden*, allant d'Angleterre dans l'Inde, le 15 septembre 1866, s'arrêta d'abord à Portsmouth, où il prit à bord 300 soldats environ ; il partit le 23 septembre. Les matelots furent préservés, mais 10 soldats succombèrent.

Le *Gertrude*, en destination d'Angleterre, prit à bord, le 21 mai 1859, 120 invalides militaires, et partit de Calcutta le 27 mai ; il perdit, du 12 au 29 juin, 9 hommes, dont 2 matelots.

L'*Oriental* eut à conduire une partie du 61e régiment, de Bombay à Mauritius. C'était une année où le choléra sévit puissamment à Bombay ; 843 personnes moururent en juin 1859. Les troupes furent embarquées le 29 juin, et, le même jour, le vaisseau leva l'ancre. Malgré la ventilation la plus parfaite, 10 soldats et 1 passager moururent du 1er au 11 juillet.

Lawson compare ce fait à celui du *Queen of the North*, vaisseau qui fut dirigé, en janvier 1864, de Bombay sur l'Angleterre. C'était encore une année très-éprouvée à Bombay, puisque 622 cas mortels se présentèrent ce même mois de janvier. Le 21 janvier, on embarqua 272 personnes, outre les matelots au nombre de 27. Le lendemain, le vaisseau prit la mer et eut, à

(1) *Proceedings of the Sanitary commission dispatched to the Seat of war in the east*, 1855-56, p. 235.

partir du 1er février, après de graves symptômes précurseurs, 41 cas de choléra. C'est surtout du 8 au 15 février, où 24 cas sur 37 furent mortels, que doit se compter cette épidémie, attribuée par l'équipage à la mauvaise qualité de l'eau.

Le *Salamanca*, équipé à Bombay en 1865 pour mener en Angleterre une partie du 89e régiment, offre l'avant-dernière observation de Lawson. Il séjourna quelques semaines à Karratschi, où il prit encore près de 270 personnes à bord. Le choléra régnait à Karratschi parmi les indigènes et un peu aussi parmi les troupes. On se mit donc en garde de n'embarquer que des personnes saines. Du 7 au 16, 8 personnes moururent.

La dernière observation de Lawson se rapporte au *Durham* qui, en 1866, alla de Calcutta vers l'Angleterre. Il prit à bord, le 24 février, près de 500 soldats, des femmes et des enfants, et partit le jour suivant. 7 cas se présentèrent du 9 mars au 1er avril.

Les exemples offerts jusqu'ici donnent une idée suffisante des épidémies à bord ; seulement, il faut se garder d'en conclure à la fréquence de l'épidémie.

L'auteur étudie ensuite les théories contagionistes, c'est-à-dire celles qui regardent l'individu comme producteur du *contagium*, et prouve, en revenant à ces preuves dans la partie traduite plus loin, que ces théories sont insoutenables sur mer comme sur le continent ; que la reproduction du *contagium* n'a pas lieu dans l'organisme ; que l'organisme s'empoisonne par le choléra absolument comme par l'arsenic ; les mêmes phénomènes se produisent sans que, pour cela, la maladie soit contagieuse. D'ailleurs, les plus mal tenus comme les mieux tenus des vaisseaux sont parfois exposés à des épidémies considérables, et parfois aussi ces épidémies ne s'établissent pas même sur les vaisseaux où les gens sont le plus accumulés. Le *Windsor-Castle* et le *Salamanca*, vaisseaux admirablement tenus, comme tous ceux de la marine anglaise, perdirent proportionnellement autant de monde que les vaisseaux généralement surchargés, mal disposés et malpropres, destinés aux émigrants.

La théorie de l'eau potable n'est pas plus solide que les autres. Elle ne s'appuie que sur des coïncidences, car il y a mille cas où son application est tout à fait illusoire. Nous voyons sur certains vaisseaux des hommes pris de choléra malgré l'eau distillée, sur d'autres des hommes restés francs de la maladie, malgré l'eau ordinaire qu'ils boivent à la suite de quelques malades.

Maintenant, en partant du fait que le choléra tire toujours son origine du continent, on pourrait croire que son développement se borne aux personnes qui montent à bord, déjà infectées sur terre. Cette manière de voir s'adapte à bien des faits ; mais il se présente aussi des exceptions. Chaque maladie infectieuse a sa période d'incubation, période qui, pour le choléra, d'après les observations recueillies sur terre, varie de un à vingt et un jours. La plupart des cas que j'ai cités ne s'harmonisent pas avec ces données. Le tableau suivant indique le jour du départ du vaisseau et le jour du dernier cas de choléra :

NOM DU VAISSEAU.	DESTINATION DU VAISSEAU.	JOUR DU DÉPART.	JOUR DE L'APPARITION DU DERNIER CAS DE CHOLÉRA.	TEMPS ÉCOULÉ JUSQU'AU DERNIER CAS DE CHOLÉRA APRÈS LE DÉPART.
1. Renown	Gibraltar. — Cap de B.-Espérance.	23 août 1865.	19 septembre.	27 jours.
2. Apollo	Irland (Cork). — China (Hong-Kong).	17 juin 1849.	12 août.	56 —
3. Britannia	Varna in der Krim.	Commenc. d'août.	»	Environ.. 14 —
4. Windsor-Castle	England. — Indien.	12 juillet 1866.	20 août.	39 —
5. Lord Warden	England. — Indien.	23 septemb. 1866.	24 octobre.	31 —
6. Gertrude	Indien (Calcutta). — England.	27 mai 1859.	29 juin.	33 —
7. Oriental	Indien (Bombay). — Mauritius.	29 juin 1859,	11 juillet.	13 —
8. Queen of the North	Indien (Bombay). — England.	22 janvier 1864.	15 février.	24 —
9. Sultany	Indien (Calcutta). — Mauritius.	10 février 1854.	»	Au moins 30 —
10. Salamanca	Indien (Karratschi). — England.	7 mai 1865.	16 mai.	9 —
11. Durham	Indien (Calcutta). — England.	25 février 1866.	1er avril.	35 —
				Moyenne, 28 jours.

Sur ces 11 cas, 5 seulement sont au-dessous de la moyenne et 6 au-dessus. Je considère ce résultat comme essentiel : J'y vois la preuve que dans les cas très-rares dans lesquels des épidémies se développent à bord, l'infection a sa source à bord. Cette source ne peut provenir que d'une importation allant du rivage à bord et prouve que l'infection de l'individu n'est pas indispensable avant l'embarquement. Il est probable que la durée du choléra sur ces 11 vaisseaux n'est si considérable que parce qu'on n'a choisi que des vaisseaux sur lesquels de véritables épidémies ont éclaté. Ce ne sont là que de rares exceptions à la règle.

Si l'on n'avait marqué que les vaisseaux sur lesquels des cas isolés de choléra se sont manifestés après le départ, on trouverait sur les vaisseaux le même fait que sur le continent. La période d'incubation du choléra chez l'homme s'élève au plus à vingt-et-un jours. Nous voyons même d'ordinaire que, dans les épidémies bornées à une famille ou à un régiment indien en marche, cette période n'est que de quatorze jours (1). Mais ces faits isolés n'ont jusqu'ici pas obtenu l'attention voulue en ce qui regarde la marine.

Pourtant cette façon de se comporter du choléra ressort évidemment de la statistique sur les émigrants vers l'Inde (2). Cuningham dit là-dessus : « Du Bengale à Mauritius on vit pendant de longues années une émigration très-active sur le Gange. 431 vaisseaux allèrent, dans les années 1850 à 1868, de Calcutta à Port-Louis, et n'y conduisirent pas moins de 138,036 émigrants. »

Le choléra parut sur 75 vaisseaux (17 pour 100 du nombre total). Il se restreignit surtout aux premiers jours après le départ.

Le nombre des personnes atteintes fut inférieur à 10 sur 57 bâtiments ; sur 3 seulement il s'éleva au-dessus de 20, c'est-à-dire à 21, 23 et 33 cas.

Dans les années 1861 à 1869, 126 navires emmenèrent 50,604 indigènes de Calcutta vers les Indes. Sur 20 d'entre eux (c'est-à-dire 16 pour 100 du nombre total), le choléra parut sans atteindre plus de 5 personnes par navire ; sur 2 seulement ce chiffre fut dépassé.

Le même résultat s'obtient partout où l'on a en vue la circulation d'un grand nombre de vaisseaux. On peut considérer à ce sujet, en 1865, les quarantaines dans la Méditerranée, dans le royaume des Osmans, à Malte ou à Gibraltar. La quarantaine de Malte nous a de plus offert l'exemple le plus instructif, quoique rare, d'un vaisseau qui n'a pas seulement pris à son bord des passagers déjà infectés du choléra, mais certainement la matière infectante venant d'un foyer d'infection.

Le 5 juillet 1865, le vapeur anglais *Greecian*, vaisseau de 1,555 tonnes, arriva d'Alexandrie à Valetta, au port de quarantaine. Il jeta l'ancre uniquement pour prendre des charbons et débarquer un chauffeur malade du choléra.

Le vaisseau fournissait à la fois 14 ouvriers maltais à l'ambulance ; ils n'avaient servi qu'à porter les charbons à bord. 3 de ces 14 ouvriers tombèrent malades le 7 juillet, 2 le 8 juillet, et 3 moururent. Ces malheureux portefaix se virent ainsi plus que décimés peu de jours après avoir rempli leurs fonctions.

Le vapeur anglais *Rhone*, vaisseau de 943 tonnes, entreprit la même opération. Il arriva le 20 juin d'Alexandrie à Valetta, et reprit le 23 juin sa marche vers Gibraltar. Le *Rhone* aussi perdit, pendant son voyage d'Alexandrie à Malte, un chauffeur et un passager, malades du choléra. Leurs cadavres furent jetés à la mer. Il débarqua à l'ambulance de Valetta 147 passagers qui s'y tinrent en quarantaine.

3 de ces passagers furent atteints de diarrhée et guérirent rapidement.

Le *Rhone* prit des charbons comme le *Greecian* ; 10 ouvriers maltais furent occupés par lui et tinrent ensuite quarantaine comme les 14 précédents qui avaient chargé à bord du *Greecian*. Aucun cependant ne tomba malade, pas même de diarrhée. L'histoire du vapeur anglais *Wyvern* est aussi très-remarquable. Il arriva d'Alexandrie à Malte avec 303 passagers, plus un chargement de 586 tonnes, composé en majeure partie de coton ; c'était le 28 juin 1865, après une traversée de cinq jours. 2 personnes étaient atteintes de choléra à bord ; la pre-

---

(1) Voir ma brochure *Sur le mode de propagation du choléra dans l'Inde*, p. 55 et 65.

(2) *Sixth annual Report of the Sanitary commissioner with the Government of India*, p. 74.

mière mourut à peine débarquée, la seconde fut transportée à l'hôpital des quarantaines.

Les autres passagers furent dispersés dans les différents services du Lazaret (1).

12 cas de choléra bien caractérisés se présentèrent encore parmi les 303 passagers du *Wyvern;* le dernier cas eut lieu le 16 juillet. Les passagers étaient donc atteints épidémiquement, et leur infection ne se laisse pas reporter à Alexandrie, à moins d'accepter un stade d'incubation d'une longueur démesurée.

Le vaisseau arriva à Malte le 28 juin, après une traversée de cinq jours, ce qui fait qu'il dut quitter Alexandrie le 23 juin.

En voyage, il n'eut aucun cas à signaler, si ce n'est les deux à l'arrivée en quarantaine.

Voilà l'extrait du journal de lazaret se rapportant aux passagers du *Wyvern :*

Le 28 juin........	un cas débarqué....	.... mort.......	le 28 juin.
Le 28 —	un cas —	.... guéri......	le 8 juillet.
Le 28 —	un cas au lazaret...	.... mort.......	le 3 —
Le 29 —	un cas — ...	.... —	le 29 juin.
Le 29 —	un cas — ...	.... —	le 1er juillet.
Le 4 juillet........	un cas — ...	.... —	le 5 —
Le 6 —	un cas — ...	.... —	le 6 —
Le 6 —	un cas — ...	.... guéri......	le 8 —
Le 6 —	un cas — ...	.... mort.......	le 12 —
Le 7 —	un cas — ...	.... —	le 8 —
Le 9 —	un cas — ...	.... guéri......	le 17 —
Le 16 —	un cas — ...	.... mort.......	le 17 —

Si l'on voulait rapporter toutes les infections à Alexandrie, l'incubation aurait duré au moins vingt-trois jours pour le dernier cas du *Wyvern.* C'est un fait peu vraisemblable. Il est bien plus vraisemblable d'admettre des infections dans le cours de la traversée d'Alexandrie à Malte. En ce cas il est clair que le *Wyvern* avait à bord non-seulement des cholériques et des passagers infectés, mais encore de la matière infectante. Le 6 juillet, jour où l'épidémie atteignit son maximum chez les passagers du *Wyvern*, un employé de quarantaine tomba aussi malade. C'était le même que celui qui avait transporté du vaisseau à l'hôpital un malade lors de l'arrivée à Malte, le 28 juin.

Il paraît indubitable que parmi les 35 bâtiments qui firent, du 14 juin au 31 juillet, la traversée d'Alexandrie à Malte, 2 seulement, *Wyvern* et *Greecian*, avaient de la matière infectieuse à bord ; les autres 33 étaient sains. Les relations de ces deux seuls vaisseaux avec le rivage de Malte avaient en effet livré des cas en quarantaine.

Le *Wyvern* offre aussi la preuve frappante que les passagers n'avaient apporté aucune matière infectante du navire dans la quarantaine. Le lazaret fut précisément, à la même époque, surchargé de monde. Le 7 juillet, le nombre de ceux qui y stationnaient atteignit le chiffre maximum de 1,359 et ne permit pas un isolement complet des malades.

Le défaut d'espace fit faire à plusieurs reprises des déplacements, sans que nulle part les passagers du *Wyvern* ne pussent communiquer à d'autres personnes ou salles, l'infection qu'ils portaient en eux.

Ce n'est cependant pas toujours le cas. Aussi bien que la matière infectieuse peut se transporter du continent à bord par un mode de propagation encore inconnu, aussi bien le navire peut la communiquer au continent. Il semble y avoir des circonstances pendant lesquelles des masses plus ou moins grandes peuvent être entraînées; je fais appel ici à un certain nombre de faits qui ont été cités dès l'entrée du rapport de Friedel sur la marine anglaise :

Un officier qui avait été à terre ne tomba point de suite malade lui-même : son ordonnance le fut d'abord, quoique non débarqué; etc.

Le grand fait qui maintenant se présente à nous est en peu de mots le suivant : l'expérience prouve que rarement la matière infectieuse a été portée du continent à bord. Pourtant on a vu des cas où ce transport a été tel qu'il a soulevé d'aussi violentes épidémies à bord que sur terre. En quoi consiste donc la différence de navires qui, tels que le *Greecian* ont, à

(1) Voyez le rapport exact du docteur Ghio : *Cholera in Malte and Gozo*, p. 23.

n'en pas douter, recélé la matière infectieuse, avec ceux qui, tels que le *Rhone*, n'ont rien d'infectant et forment la grande majorité?

A quels objets la matière infectieuse s'attache-t-elle pour devenir transportable à bord?

Je crois que l'on pourrait dégager cette différence en la cherchant avec fermeté, avec un esprit habile et sérieux. Pour résoudre le problème, il n'est pas nécessaire de faire encore de nouvelles découvertes dans les sciences naturelles, ni d'attendre l'établissement de nouvelles lois; ce ne sont pas non plus des grandeurs purement inconnues, des x, y et z auxquelles on a à faire, car un vaisseau est tout entier construit de main d'homme, rien n'y entre que l'homme n'y apporte. On n'a donc qu'à examiner soigneusement tous les objets qu'on y accumule, à désigner l'endroit d'où ils tirent leur origine, et par où ils sont passés. Il faut enfin marquer la qualité et le lieu qu'ont quitté les hommes, avoir connaissance de tout ce qu'ils emportent avec eux. Alors le chargement d'un navire quittant un port infecté de choléra ou venant d'un tel lieu, sera transparent à nos regards depuis le fond de cale jusqu'au sommet.

Ce sera le moment de trouver aussi à quoi s'attache la matière infectieuse, dans les rares cas où le choléra l'annonce. Il est inutile pour cela d'être un savant médecin, un profond naturaliste; je crois qu'un capitaine pénétrant, un officier de marine, un ingénieur, un commerçant, tous ceux qui bâtissent, dirigent, équipent, approvisionnent le navire le trouveront bien plus tôt. Si l'on était assez heureux de ne trouver ici qu'un seul fait certain, l'on aurait enfin aussi trouvé une base pratique pour nos quarantaines. Jusqu'ici elles n'ont servi à rien, parce qu'on ne savait jamais sur quoi l'on doit, somme toute, porter son observation. Tout est autant que rien. Nous avons jusqu'ici conservé les quarantaines qui ont toujours coûté de nombreux millions aux gouvernements et au commerce. Pourtant nous n'en avons pas retiré le moindre profit; aussi serait-il temps de les faire servir au moins à l'avenir, avec le sérieux voulu, à l'acquisition de connaissances fécondes, et de les installer dans ce but.

Que de suppositions ne pourrait-on pas faire sur l'espèce d'objets auxquels la matière infectieuse peut s'attacher? Il vaut mieux pourtant ne pas se prononcer là-dessus et travailler à les connaître. Je veux cependant indiquer deux genres de transports; ils sont actuellement assez sûrement reconnus sur le continent pour y porter l'attention; nous avons le linge des cholériques d'une part, et ensuite les aliments, surtout la viande. Le premier forma jusqu'ici le point d'appui principal de la théorie contagioniste, mais il y a quelques années déjà (1) que j'ai montré ce fait explicable encore d'une façon toute autre.

Je vais donner un exemple de cette dualité d'explication dans un fait dont je me servis alors (2) :

En l'année 1854, j'appris qu'une personne *A* partait de Stuttgart, ville jusqu'ici indemne; elle allait à Munich, où régnait une violente épidémie de choléra. La personne *A* retourne après un court séjour à Stuttgart; affectée de diarrhée, elle y est frappée de choléra et meurt. Peu de jours après, une personne *B*, qui avait soigné la personne *A*, tombe aussi malade à Stuttgart. Mais par là les cas de choléra, qui se déduisent évidemment du cas retour de Munich, n'en sont pas arrêtés. Une femme *C*, qui avait cherché le linge de la personne *A*, de Stuttgart, et qui l'avait lavé chez elle, dans un village près de Stuttgart, tomba également malade. Ce n'est pas seulement *C*, mais encore son mari *D* qui est atteint du choléra; il n'avait jamais quitté le village. Alors s'arrête l'épidémie et nul autre cas ne parut à Stuttgart.

Là-dessus les contagionistes disent :

La personne *A* fut contaminée à Munich. Elle contamina la personne *C* à Stuttgart par ses excrétions; les excréments contenus dans le linge de *A* contaminèrent aussi *C*, et *C* contamina *D*.

Mais pourquoi *B*, *C* et *D* ne donnèrent-ils pas lieu à une propagation de la maladie? Pourquoi les excrétions de ces personnes n'ont-elles plus rien eu de contagieux? Pourquoi Stuttgart ne subit-il pas une contagion comme Munich?

(1) *Journal trimestriel de l'état de la santé publique*, vol. IV, p. 443-449.

(2) *Même journal*, p. 424.

Toutes ces questions sont passées sous silence. La contagion aurait donc cessé à Stuttgart sans cause appréciable? Je dis, moi : La personne *A* apporta de Munich une certaine quantité de matière infectieuse probablement contenue vivante et prête à se développer dans du linge sale. Ce n'est pas la personne, mais le terrain de Munich qui a produit cette matière infectieuse. Les malades de Stuttgart ne sont pas tombés malades par une matière engendrée par la personne *A*, mais par une matière née à Munich et exportée en quantité limitée par cette personne. Cette quantité fut suffisante pour les personnes *B*, *C* et *D*. Stuttgart serait-il un endroit favorable au développement du choléra, au lieu d'être un endroit défavorable, la matière infectieuse de Munich n'eût pas seulement servi à la production des cas sporadiques B, C et D, mais en même temps à l'épidémie de toute la ville. Mais à Stuttgart les conditions de temps et de lieux firent défaut à leur reproduction. La semence tomba sur un terrain infructueux, aussi nul autre cas ne suivit les cas B, C et D après que la provision de Munich se trouva consommée.

Sans doute les contagionistes se sont toujours rejetés avec raison sur ce fait, à savoir que les gens affectés de diarrhée, venant d'un lieu de choléra vers un lieu encore indemne, donnent naissance à d'autres cas, bien plus aisément que les personnes qui quittent un tel lieu bien portantes, sans diarrhée, avec du linge propre.

L'erreur des contagionistes ne consiste qu'à croire que ce n'est pas le lieu qui produit la matière infectieuse, mais l'homme lui-même qui vient de quitter ce lieu. Le linge d'un malade atteint de diarrhée cholériforme ne me semble pas dangereux parce qu'il contient une excrétion de la maladie; mais il est un moyen favorable de transport, de conservation, d'absorption de la matière infectieuse d'une localité affectée de choléra. Les abondantes déjections d'un malade empoisonné par l'arsenic contiennent toujours un peu d'arsenic; de même les selles des cholériques peuvent aussi contenir un peu de venin cholérique. Mais de même encore que les selles arsenicales ne sont pas contagieuses, qu'il ne s'en propage aucun nouvel empoisonnement, que les cas restent sporadiques, de même les selles des cholériques conservent en elles leur principe infectieux.

Je ne trouve pas encore dans les faits la possibilité de combattre absolument la présence des germes de choléra parmi les selles; je crois vraisemblable, au contraire, qu'ils peuvent s'y rencontrer; mais je prétends que ces germes-là n'ont pas de puissance infectieuse sur d'autres localités. Il me paraît probable que du linge sali par des déjections de cholériques, par des diarrhés, n'acquiert une puissante influence qu'en séjournant un certain temps dans des localités atteintes, et en s'y chargeant de germes extérieurs. Si la matière infectieuse développée dans une localité ou dans une maison atteinte de choléra peut se jeter sur du linge sale et celui-ci servir de moyen de transport et d'infection, il faut admettre que d'autres objets pourront remplir la même fonction que le linge de cholériques.

Citons quelques exemples qui montrent les aliments comme remplissant probablement le même but de transport infectant. Le premier nous est offert par Snow (1) : « M. Bloxon raconte, entre autres cas survenus dans l'île de Wight, au village Carisbrook, que plusieurs personnes furent atteintes de choléra après avoir mangé une portion de pieds de vache gâtés; ceux-ci avaient appartenu à un homme mort à Newport d'une attaque subite et violente de choléra. L'homme de la maison duquel ces pieds avaient été livrés en vente mourut le lundi 20 août 1854. L'habitude de la maison était de cuire cet article les lundis, mercredis et vendredis; les pieds en question furent portés tout cuits à Carisbrook, à une lieue de Newport, le mardi 21 août. 11 personnes prirent part en tout à cette nourriture, et 7 d'entre elles en mangèrent sans la recuire; 6 de ces dernières tombèrent malades vingt-quatre heures après avoir consommé; 5 en moururent, 1 en guérit. Le septième individu fut un enfant qui n'en prit que quelques parcelles et n'en fut pas affecté. 4 personnes prirent cette nourriture après l'avoir recuite. Dans l'un des cas, le pied de vache fut rôti, et la personne qui le mangea tomba malade vingt-quatre heures après et mourut. Une partie des pieds fut utilisée pour un bouillon mangé chaud par 3 personnes; 2 d'entre elles restèrent bien por-

(1) *De la propagation du choléra*, par le docteur John Snow. Quedlinbourg, 1857, p. 20.

tantes; la troisième, qui but à nouveau le lendemain le même bouillon alors refroidi, tomba malade environ vingt-quatre heures après ce dernier repas et en mourut. »

Comme pendant à ce fait de Carisbrook près Newport, je vais rapporter un fait passé à Würenlos, près Zurich; c'est le docteur Nieriker qui l'a recueilli. Jacob Lienammer, juge de paix et bourguemestre à Würenlos tomba malade le 26 août et mourut du choléra. Il était le seul cholérique de l'endroit et n'avait pas quitté depuis bien des semaines. Le patient lui-même attribua son attaque à un pied de bœuf que sa femme lui avait apporté de Zurich la veille. « Mais comme la viande n'avait aucune odeur, remarque le docteur Nieriker, comme en outre plusieurs membres de la famille en avait mangé avec plaisir sans en ressentir aucune trace d'indisposition, on ne put rien décider pour le moment. Il y a cependant quelque chose de particulier là-dedans de voir que quelques cas de choléra sont survenus à la suite de la consommation de pieds de bœuf achetés à Zurich. »

Un de nos collègues eut la même idée d'accuser les pieds de bœuf, après quelques cas qu'il a vu se produire dans sa pratique. « Mais le fait d'apparence si fréquente du choléra éclaté à la suite de cette nourriture perd de sa portée, d'après le docteur Nieriker, par suite de l'habitude qu'ont les habitants de la contrée d'en rapporter à chaque visite à Zurich. Il faut de plus observer que la dame Lienammer, qui se trouva à Zurich le 24 août, n'y visita qu'une seule maison; cette maison resta, après comme avant, libre de toute irruption de choléra. La dame n'alla nulle part autre, pas même aux lieux d'aisances, et rentra directement chez elle. Elle n'emporta en outre rien que ces pieds de bœuf qu'elle acheta à Zurich en passant devant un étalage de boucher. Peut-être cependant existait-t-il un foyer d'infection en rapport avec l'étalage. »

On peut admettre pour Lienammer, le mari qui tomba seul malade, une disposition individuelle plus élevée, de telle sorte qu'une faible partie de matière a suffi à produire l'infection. On a jusqu'ici trop peu considéré de pareils faits.

Les vaisseaux sur mer offrent sans doute la meilleure occasion de résoudre les questions ayant rapport à la propagation du choléra par les relations humaines. On demanderait volontiers bien des choses pour comprendre ce qui occasionna sur les différents vaisseaux cités la marche si différente de la maladie. Elle fut tantôt violente ou douce, tantôt rapide ou lente au milieu de conditions tout à fait pareilles. Quel fait curieux que cette durée des cas de choléra sur l'*Apollon*, du 17 juin au 12 août, environ cinquante-six jours depuis le départ! Le personnel y était partagé d'après les compagnies prenant place à la même table, et accusait avec assurance pleine et entière une viande mal conservée et repoussante d'odeur. C'est là une supposition qui peut être tout aussi erronée que les nombreux faits où l'on indique comme cause de la maladie sur terre, tantôt la viande trop grasse, ou la salade aux concombres, ou une colère subite, etc. Mais puisque la matière infectante d'une localité peut se jeter sur des pieds de bœuf cuits, se transporter ainsi et conserver un certain temps sa puissance, ne doit-il pas être possible que l'*Apollon* a en partie été approvisionné de viande prise à une semblable localité?

Il se peut que, dans le cas présent, le fait qu'une partie de la viande était gâtée, il se peut que c'était une circonstance accessoire et sans valeur; le cas de Würenlos semble du moins indiquer que même de la viande fraîche peut être infectée. Le point capital serait de savoir ou l'*Apollon* a puisé tous les articles de son approvisionnement, d'où venait la viande et par où elle a passé pour arriver à bord.

D'autres épidémies maritimes *Windsor Castle*, 39 jours; *Lord Warden*, 31 jours; *Gertrude*, 33 jours; *Durham*, 35 jours; ne pourraient-elles point, par leur longue durée, indiquer une pareille origine? Les matelots du *Warden* restèrent indemnes : auraient-ils été nourris avec d'autres aliments que le reste de l'équipage?

Les 14 charbonniers de Malte, dont 5 furent frappés d'un violent choléra deux jours après avoir porté les charbons sur le *Greecian*, ont-ils peut-être été restaurés à bord par un repas tenant ses mets d'Alexandrie? Le fait se rapporterait alors à celui des habitants de Carisbrook, à l'île Wight. Pourquoi des 10 charbonniers maltais qui portèrent les charbons à bord du *Rhône* aucun ne tomba-t-il malade, pas même de diarrhée?

Si la substance cholériforme d'une localité peut se fixer sur la viande et s'y conserver un

certain temps, on peut croire que les peaux et autres objets de cargaison sur les vaisseaux peuvent avoir la même propriété. N'ont-elles peut-être cette propriété qu'avec une certaine dose d'humidité, tandis qu'elles la perdent par un certain degré de sécheresse, ressemblant en cela à la viande qui ne se pourrit qu'en contenant une certaine quantité d'eau? Il faudrait savoir ce que l'officier et le chef des provisions qui avaient débarqué rapportèrent à bord, le premier en chargeant son ordonnance, le second son aide, de sorte que ces deux-ci furent atteints du choléra.

Les gens de la compagnie *F* sur le *Renown* souffrirent plus du choléra que ceux des autres compagnies. Ce fait tient-il à ce qu'ils étaient déjà plus exposés avant leur embarquement à Gibraltar, ou bien n'ont-ils emporté que des produits infectés d'avance aux lieux mêmes et sous une forme qui fit mûrir la substance infectieuse surtout dans la compagnie *F*? Cette substance était-elle peut-être fixée à quelque paquet de linge de lit ou de corps, sale, appartenant à cette compagnie et n'ayant pu être lavé avant le départ? Se liait-elle enfin à quelque autre chose appartenant à cette compagnie et avec laquelle elle se trouvait particulièrement en contact?

Quelles furent les origines des nombreuses explosions de choléra sur les vaisseaux de la flotte française et anglaise en août 1854 dans la mer Noire? Qu'est-ce qui permit le transport de l'infection sur terre et sur mer, comme nous l'avons vu sur le *Britannia*, par exemple? Jusqu'ici l'on ne sait pas donner de réponses à toutes ces questions et d'autres semblables, non parce qu'on ne peut les connaître, mais uniquement parce qu'on ne s'en est pas soucié. Et pourquoi ne s'en est-on pas soucié?

Réponse : Par des considérations purement théoriques. On sacrifiait précisément à l'enseignement ordinaire sur la contagion qui, profonde erreur, ne voyait le foyer d'infection que dans le malade et ses excrétions.

Combien le rôle futur des recherches et de leur objet ne se présente-t-il pas d'une façon tout autre, si nous brisons enfin les enseignements passés? Quelle mine féconde en découvertes et pleine des faits les plus précieux sur le mode de propagation du choléra ne nous fournirons pas les vaisseaux sur lesquels la matière infectieuse ne se produit jamais, mais n'y est transportée que prise au rivage! Il faut pour l'heureuse exploitation de cette mine qui ne commence qu'à l'instant même à s'éclairer soudainement à nos regards, il faut bien moins d'érudition que de simple bon sens, de talent d'observation, de stricte vérité et de persévérance infatigable.

Je crois avoir suffisamment expliqué dans ce qui précède, ma façon de voir en ce qui concerne le choléra sur les vaisseaux, et la propagation de la matière infectieuse par les relations maritimes. Je crois aussi avoir nettement indiqué le but que je poursuis. Ce but me semble digne de tous les efforts, car si l'on parvient à l'atteindre on acquiert l'espoir de délivrer l'humanité d'une grande calamité sans pour cela gâter ou limiter en rien le commerce et le transport. Le gouvernement de notre nouvel empire allemand se trouve peut-être conduit à se faire un programme qui puisse être la base d'un nouveau mode de surveillance dans les relations maritimes. Ce programme intéresse non-seulement le service et l'humanité, mais encore les nombreux émigrants et les rapports internationaux. Il devra être formé par une commission d'hommes spéciaux, dont le travail ne sera certes pas inutilement accompli. Les documents que je pus consulter sont tout à fait incomplets, accumulés sans plan et comme au hasard. Mais ils m'ont offert de si intéressantes et graves considérations qu'une statistique complète sur les relations maritimes de toutes les nations civilisées dans la prochaine période de choléra, renfermera une moisson de faits aussi riche que décisive.

Que les représentants des intérêts scientifiques et commerciaux écoutent mon appel et le répètent en temps opportun.

Munich, le 18 janvier 1872.

RAPPORT

SUR

L'HUILE DE PÉTROLE, ET SUR SES AVANTAGES ET INCONVÉNIENTS,

CONSIDÉRÉS

AU POINT DE VUE SPÉCIAL DE PRÉVENIR LES DANGERS QU'ENTRAINE LE COMMERCE DU KÉROSÈNE ET DU NAPHTE.

Par C.-F. CHANDLER, PH. D.

SUITE. — Voir *Moniteur scientifique*, livraison 368, août 1872, p. 676-681.

RAFFINAGE DU PÉTROLE.

On soumet l'huile de pétrole brute, de couleur très-brune et à odeur nauséabonde, à un procédé de raffinage, pour en extraire la portion destinée à brûler dans des lampes spéciales. Ce traitement donne les produits suivants :

1° Des huiles légères, très-inflammables. Par suite de leur volatilité, ces huiles dégagent, aux températures ordinaires, des vapeurs qui, mélangées en certaines proportions avec l'air, constituent des mélanges explosifs.

2° Des huiles plus lourdes qui ne brûlent pas bien dans les lampes, mais qui sont d'excellents lubrifiants. On obtient de ces huiles, par le refroidissement et la pression, la paraffine solide que l'on emploie pour la fabrication des bougies, pour l'imperméabilisation des tissus, etc...

3° De la matière goudronneuse qui encroûterait les mèches des lampes.

4° De la matière colorante.

5° Les composés qui occasionnent les odeurs désagréables de l'huile brute.

Le raffinage, tel qu'on le pratique ordinairement, comprend trois opérations successives :

1° La distillation fractionnelle ;

2° Le traitement par l'acide sulfurique ;

3° Le traitement par l'hydrate de soude ou par l'ammoniaque.

Quelques raffineurs améliorent la qualité de leur huile déjà épurée, en la soumettant à une nouvelle distillation après qu'elle a été traitée par l'acide et par l'alcali.

Distillation fractionnelle. — L'appareil employé pour cette opération consiste en une chaudière en fer ou en fonte à laquelle vient s'adapter un tuyau en fer contourné en spirale, ou serpentin, que l'on fait plonger, pour le refroidir, dans une cuve d'eau, ou condenseur. Lorsque la chaudière a été remplie d'huile brute, on allume du feu au-dessous, et le pétrole ne tarde pas à entrer en ébullition. Les premiers produits de la distillation sont des gaz. A la température ordinaire, ils traversent le serpentin et se dégagent en échappant à la condensation. Mais si l'on refroidit le serpentin en l'entourant de glace, ou si l'on comprime ces premiers gaz au moyen d'une pompe à air dans un récipient à fortes parois, on obtient des liquides volatils qui sont connus sous les noms de *rhigolène* et de *cymogème*.

Les vapeurs commencent bientôt à se condenser dans le serpentin, et, de l'extrémité inférieure de celui-ci, un courant continu d'huile coule dans un récipient. Les premières huiles obtenues ont un poids spécifique de 95° Baumé environ, et, à mesure que la distillation s'opère, les produits deviennent plus lourds et accusent des densités de 90° B., 85° B., 80° B., 75° B., 70° B., et ainsi de suite.

Dans la plupart des fabriques, on a coutume de recueillir le produit dans un seul récipient jusqu'à ce que l'huile atteigne un poids spécifique de 65° à 59° B. Le liquide connu sous le nom de *naphte brut* est ensuite soumis à une nouvelle distillation et séparé en trois produits : le *gazolène*, le plus léger de tous ; le *naphte* et la *benzine*. Quand l'huile qui coule du serpentin accuse un poids spécifique de 65° B. à 59° B., on la reçoit à part dans le récipient à *kérosène*, où l'on continue de la laisser couler jusqu'à ce que sa densité atteigne 38° B., ou

jusqu'à ce que sa teinte devienne plus foncée et passe au jaune. Cette seconde portion constitue l'huile à brûler ou *kérosène*, que l'on purifie ensuite au moyen de l'acide sulfurique et de l'alcali.

Après avoir recueilli et mis à part l'huile à brûler, on reçoit les produits suivants de la distillation dans les cuves à *huile de paraffine*, et on continue l'opération jusqu'à ce qu'il ne reste plus rien dans la chaudière que du *coke*. Les derniers produits ont une densité d'environ 25° B.

On expose à l'action du froid ces huiles lourdes pour faire cristalliser la paraffine, et les cristaux recueillis sur des filtres sont soumis à une forte pression pour en extraire les dernières portions d'huile. On purifie la paraffine solide en lui faisant subir diverses opérations qui consistent à la fondre dans du naphte, à la refroidir et à la soumettre à l'action de la presse hydraulique. L'huile que l'on en extrait, purifiée avec l'acide sulfurique et l'alcali, est employée comme *matière à graisser*.

Le tableau suivant donnera une idée nette des phases successives de la distillation fractionnelle et des divers produits qui en résultent :

Produits de la distillation du pétrole brut.

Prix du pétrole brut, *en gros* : 0 fr. 70 le gallon (3 lit. 785).

POIDS spécifique Baumé.	NOMS.	PRODUITS pour 100.	POIDS spécifique Baumé.		PRIX PAR GALLON (3 lit. 785). en gros.	en détail.
GAZ.				PRODUITS NON CONDENSÉS, PERTES.		
115° B. à 105° B.	Cymogème...	.....	110°	Produit condensé à l'aide de la pompe, fabriqué par un seul établissement avec la machine à faire la glace. Entre en ébullition à 0° C.	7 fr. 50	
105° B. à 95° B.	Rhigolène....	.....	100°	Condensé par la glace et le sel; employé comme anesthésique. Entre en ébullition à 18°.33 C.	5 fr.	
95° B. à 80° B.	Gazolène.....	1 1/2	85° à 90°	Condensé dans un serpentin par l'eau froide, employé dans les appareils pour *gaz à air* et pour carburer les gaz.	1 fr. 75 à 0 fr. 90	
80° B. à 65° B.	Naphte	10	71° à 76°	Employé pour l'imperméabilisation des tissus, le dégraissage, etc.; porte les noms de *Safety oil*, *Danforth's oil*, *American Safety gas*. Sert à dénaturer l'huile de kérosène, à nettoyer les puits à huile, etc.	0 fr. 35 à 0 fr. 25	1 fr. à 0 fr. 60
65° B. à 60° B.	Benzine......	4	62° à 65°	Employé pour les peintures et les vernis.	0 fr. 80 à 0 fr. 60	1 fr. à 0 fr. 80
60° B. à 38° B.	Kérosène ou pétrole raffiné.	55	46°	Huile ordinaire pour lampes.	1 fr. 25 à 1 fr.	2 fr. à 1 fr. 50
38° B. à 25° B.	Huile à paraffine.	19 1/2	30°	Semi-solide à l'état froid; soumise au refroidissement et à l'action de la presse pour en séparer la paraffine. L'huile sert pour lubrifier les machines.	0 fr. 90 à 0 fr. 70	
	Coke, gaz et pertes.	10				
	TOTAL......	100				

Le procédé de distillation que nous venons de décrire est celui qui est généralement em-

ployé; mais nous ferons remarquer toutefois que les divers raffineurs apportent différentes modifications dans les détails de l'opération.

Lorsqu'on se sert de grandes chaudières, d'une capacité de 1,000 à 3,000 barils, on ne continue pas la distillation jusqu'à la formation du coke, mais on l'interrompt lorsqu'il ne reste plus dans la chaudière qu'un résidu épais de goudron formant 5 à 10 pour 100 de l'huile originelle. On distille ensuite ce résidu jusqu'à formation de coke dans des chaudières plus petites.

Par une distillation lente dans des chaudières élevées, on opère la décomposition des huiles lourdes en huiles plus légères, de sorte que le raffineur peut se dispenser de produire de l'huile lourde. Dans la plupart des établissements les plus considérables, on n'obtient que trois produits de l'huile brute :

1° Naphte brut;
2° Huile d'éclairage;
3° Résidu.

L'*huile d'éclairage* destinée au marché est débarrassée de sa mauvaise odeur et décolorée ou blanchie au moyen de l'acide sulfurique et de l'alcali. Le *naphte brut* est vendu de $0^{f}.15$ à $0^{f}.25$ le gallon, et versé dans les puits à huile, soi-disant pour les nettoyer, mais, en réalité, pour être revendu au raffineur avec l'huile brute à raison de $0^{f}.70$ le gallon. Ce produit trouve aussi des acheteurs qui en retirent, par une nouvelle distillation, du gazolène, du naphte raffiné et de la benzine. Plusieurs propriétaires de puits sont assez peu honnêtes pour verser le naphte dans le réservoir à huile brute et augmenter ainsi de 15 pour 100 environ la valeur de leur marchandise. Le résidu est vendu soit pour en extraire par distillation la paraffine et l'huile à graisser, soit pour être décomposé en huiles plus légères que l'on mêle à l'huile brute dans de hautes chaudières. Dans ce dernier cas, on ne fabrique ni paraffine ni huile à graisser. C'est ainsi que l'on agit ordinairement à Cleveland et à Pittsburg. Certains fabricants distillent de nouveau avec l'huile brute les 10 derniers pour 100 des produits et les portions colorées de l'huile d'éclairage.

D'autres raffineurs versent le pétrole brut dans de grandes chaudières et font pénétrer dans la masse un jet de vapeur, afin de séparer le naphte cru, avant que de soumettre l'huile à l'action de la chaleur dans une chaudière à feu.

Certains manufacturiers, qui s'honorent de la qualité supérieure de leurs produits, portant leur marque spéciale de fabrique, choisissent certaines portions de la distillation et les livrent au marché comme huiles d'une sûreté exceptionnelle.

L'huile astrale (*Astral oil*) est probablement celle qui coule dans la période de 54° B. à 44° B.; c'est, en d'autres termes, la quintessence de l'huile d'éclairage. Comme elle ne contient pas les portions légères de l'huile ordinaire, elle ne s'enflamme qu'à 51°.66 C., c'est-à-dire 13 degrés au-dessus du degré thermométrique pris comme type de sûreté. Le produit connu sous le nom de *Mineral sperm* est une huile lourde qui coule probablement entre 40 et 32° B., et dont le poids spécifique moyen est de 36° B. Cette huile est si lourde et demande une température si élevée pour se volatiliser qu'elle ne dégage pas de vapeurs inflammables au-dessous de 127°.77 C., et qu'elle ne prend feu qu'à 148°.88 C. En réalité, elle présente autant de sécurité que l'huile de poisson.

Traitement par l'acide. — Après que l'huile a été mise dans un récipient séparé, on la soumet à l'action de l'acide sulfurique pour lui enlever un peu de sa coloration et surtout pour la débarrasser de l'odeur désagréable qu'elle conserve encore. On verse environ 2 pour 100, en volume, d'acide sulfurique dans l'huile et on agite longtemps la masse de manière à mettre en contact autant que possible toutes les parties de l'hydrocarbure avec l'acide. Puis on laisse reposer, on enlève le sédiment goudronneux qui s'est déposé au fond du récipient, et l'huile claire est d'abord soigneusement lavée avec de l'eau, et puis avec un alcali qui peut être de la soude caustique ou de l'ammoniaque. L'action de l'alcali consiste à neutraliser les dernières traces de l'acide; et l'huile, après le décantage de la lessive, se trouve complétement blanchie. Quelques raffineurs très-soigneux soumettent alors cette huile à une

température un peu élevée pour en chasser ce qu'elle peut avoir retenu de naphte ou de benzine ; d'autres la soumettent à une nouvelle distillation.

Pourquoi le kérosène que l'on trouve sur les marchés est en grande partie dangereux. — Le naphte brut se vend de 15 à 25 centimes le gallon, tandis que le pétrole raffiné ou kérosène atteint le prix de 1 franc à 1f.25. Comme la concurrence entre les raffineurs est très-vive, la plupart d'entre eux sont entraînés à verser les portions les plus lourdes du naphte dans le récipient à kérosène, et à livrer le tout pour du kérosène. Ils changent la direction de l'embouchure du serpentin adapté à la chaudière de distillation, lorsque le produit atteint 65 à 63° B., au lieu d'attendre qu'il atteigne 58° B. De cette façon, le naphte volatil ou benzine se mêle avec le kérosène et rend celui ci éminemment dangereux. Le docteur D. B. White, président du Conseil d'hygiène de la Nouvelle-Orléans, a trouvé, en expérimentant sur une huile qui s'enflammait à 45° C., qu'une addition de

1	pour 100	de naphte	faisait enflammer cette huile	à 39°.44 C.
2	—	—	—	à 33°.33 —
5	—	—	—	à 28°.33 —
10	—	—	—	à 15°.00 —
20	—	—	—	à 4°.44 —

Après l'addition de 20 pour 100 de naphte, l'huile brûlait à 10° C.

C'est donc la cupidité qui conduit le raffineur à mêler autant de benzine que possible avec le kérosène, sans avoir le moindre souci des conséquences épouvantables qu'entraînent les explosions malheureusement trop fréquentes.

Chaque gallon de naphte déversé dans le récipient à kérosène constitue pour le raffineur un profit de 1 franc ; en d'autres termes, chaque 1 pour 100 de naphte ajouté au kérosène diminue le prix de la production de 5 pour 100 par gallon, ce qui rapporte, le kérosène étant à 1f.25 le gallon, un bénéfice de 1 1/4 pour cent. Chaque gallon de naphte vendu comme kérosène peut donner au raffineur une économie de quatre gallons de pétrole épuré. Rien n'est plus désirable que de découvrir un emploi du naphte qui élève la valeur de ce produit et le fasse plus rechercher que le kérosène, de sorte que le raffineur soit intéressé a en produire beaucoup plus que moins. Ce serait une erreur de croire que le poids spécifique d'une huile puisse être considéré comme un signe certain de sa qualité; au contraire, la densité du produit n'en donne qu'une faible idée, car, tandis que le naphte tend à rendre l'huile plus légère, le poids spécifique moyen d'une bonne huile se trouve maintenu par les huiles lourdes qu'elle contient. Ainsi une huile pauvre en propriétés éclairantes et dangereuse peut être plus lourde qu'une huile inoffensive.

L'huile *astrale* démontre ce fait; elle ne s'enflamme pas au-dessous de 51°.66 C., et son poids spécifique est de 49° B.

Le kérosène ordinaire s'enflamme à 30° C., et sa densité est de 47° B.

PROCÉDÉ ÉCONOMIQUE POUR FABRIQUER DE L'HUILE INOFFENSIVE.

Le procédé le moins cher pour fabriquer une huile qui ne s'enflamme pas, c'est-à-dire qu n'émette pas de vapeur inflammable au-dessous de 37°.77 C., est le suivant :

1° Pousser la distillation du naphte jusqu'à 58° B., au lieu de s'arrêter de 65 à 62 degrés, limite ordinaire ;

2° Exposer ensuite l'huile au soleil ou à la lumière diffuse, dans des récipients peu profonds, pendant un ou deux jours.

L'accroissement de dépense qu'entraîne ce procédé de raffinage ne s'élèvera pas à plus de 15 ou 20 centimes par gallon, et le consommateur le payera avec plaisir pour assurer sa femme et ses enfants contre une mort horrible.

A cela le raffineur répond qu'il ne veut pas se hasarder à faire cette avance, parce que le consommateur ne saura pas reconnaître si son huile offre plus de sécurité qu'une huile à meilleur marché. Son raisonnement est juste : aussi mettons-nous tout notre espoir dans l'établissement de lois précises et sévères, qui déclarent crime et punissent comme tel la vente de toute huile dangereuse.

PROPORTIONS DES DIFFÉRENTS PRODUITS.

Les divers produits que l'on extrait du pétrole brut varient considérablement, quant à leurs proportions, suivant les raffineries.

Le tableau suivant donne le rendement moyen des divers produits que l'on extrait de l'huile de Pensylvanie, du poids spécifique de 45° B., environ.

Gazolène	1 1/2
Naphte raffiné	10
Benzine	4
Pétrole raffiné ou kérosène	55
Huile à graisser	17 1/2
Paraffine	2
Perte, gaz et coke	10
	100

Par la distillation poussée jusqu'à siccité, la même huile peut donner :

Naphte brut	20
Huile d'éclairage	66
Coke et perte	14
	100

AVANTAGES DU PÉTROLE.

Les grands avantages du pétrole qui a révolutionné d'une manière si soudaine le système de l'éclairage artificiel sur toute la surface du globe, en faisant abandonner les anciennes lampes à huiles végétales, de baleine et de poisson, pour de nouvelles, consistent dans le bon marché de cette huile, dans l'éclat de la lumière qu'elle fournit, et dans la propriété précieuse qu'elle a de brûler sans fumée.

La première huile n'a commencé à jaillir du puits foré par le colonel Drake, sur l'Oil Creek, que le 28 août 1859, c'est-à-dire il y a seulement onze ans, et déjà la production moyenne du pétrole s'élève par jour, dans les États-Unis, au chiffre énorme de 22,000 barils de plus de 40 gallons chacun (40 gallons = 151 lit. 400).

Les puits de l'Oil Creek débitent aujourd'hui dans quinze jours plus de pétrole que ne produisait par année d'huile de baleine la pêche la plus heureuse faite par toute la flotte de 600 vaisseaux qui partaient de Nantucket, de New-Bedford, de Stonington, de New-London et de Providence.

Les résultats d'une série d'expériences faites devant une commission pour le *American Institute Fair,* par le docteur J.-G. Pohle, E.-G. Kelly, et l'auteur de ce rapport, ne se trouvent pas déplacés ici, car ils fournissent une base exacte pour comparer l'huile kérosène avec les autres matières d'éclairage.

Le terme type de comparaison est une bougie de blanc de baleine qui brûle $0^{gr}.13$ par minute ou $7^{gr}.80$ par heure. Les huiles expérimentées sont les meilleures et les plus sûres de toutes celles qui existent sur le marché, ainsi que le démontre le tableau suivant :

	Poids spécifique degrés Baumé.	Point où se dégage la vapeur inflammable.	Point où l'huile enflammée brûle.
Conditions exigées par ordonnance du Conseil de santé (*Board of Health*).	......	37°.77 C.	43°.33 C.
Standard kerosene (supérieur)	46° B.	46°.11 —	53°.33 —
Oil Astral (huile astrale)	49° —	51°.66 —	58°.88 —
Mineral sperm (huile plus lourde)	36° —	127°.77 —	148°.88 —

Les *Standard kerosene* et *Astral Oil* sont des variétés supérieures de *kérosène*. Le *Mineral*

sperm est une huile beaucoup plus lourde et un produit autre que celui qui est généralement connu sous le nom de *kérosène.* Cette huile ne convient pas aux lampes à mèche plate, parce que, lorsque son niveau dans le réservoir se trouve à 5 ou 7 centimètres au-dessous de la flamme, l'huile n'est pas suffisamment aspirée par les mèches plates et ne monte pas rapidement. Dans les brûleurs Argand, qui ont une mèche circulaire et dont le réservoir est placé sur le côté à une hauteur telle que l'huile arrive presque au niveau de la flamme, le débit se maintient, et la flamme conserve sa dimension première et son éclat tant qu'il y a du liquide dans la lampe.

Depuis que ce rapport a été rédigé, le *Dual Burner* (brûleur Duel ou à double mèche) a été inventé ; il renferme deux mèches plates côte à côte. Ce brûleur peut être adapté à toute lampe ordinaire à mèche plate, soit en verre, soit en métal, et il permet de brûler parfaitement l'huile lourde, *Mineral sperm*, jusqu'à épuisement complet du liquide.

Le tableau suivant montre le taux de consommation et le pouvoir éclairant de ces huiles :

NOM DE L'HUILE.	Heures pour brûler 1 gallon d'huile (3 lit. 785).	Pouvoir éclairant moyen de la flamme d'une bougie.	Livres de bougies équivalant à 1 gallon d'huile (3 lit. 785) ; livre anglaise = 453 gr. 593.	Heures pour brûler 1 gallon d'huile, à raison d'un pouvoir éclairant de 8 bougies.
I. — *Lampe basse, en verre, à mèche plate, de* $0^m.008$.				
Standard kerosene	200	4.26	14.60	106.5
Astral oil	179.5	4.77	14.67	107
II. — *Lampe haute, en verre, à mèche plate, de* $0^m.0095$.				
Standard kerosene	109	8.9	16.63	121
Astral oil	112	7.7	14.78	108
III. — *Lampe d'étudiant allemand* (*Argand*), *mèche circulaire.*				
Standard kerosene	69	14.7	17.38	127
Astral oil	81.6	11.1	15.52	113
Mineral sperm	90	11.6	17.89	130.5
IV. — *Lampe brevetée de Merrill* (*Argand*), *mèche circulaire.*				
Standard kerosene	94.5	12	19.44	142
Astral oil	102.5	11.47	20.15	147
Mineral sperm	105.5	11.83	21.39	156
V. — *Lampe haute, en verre.* « Brûleur Duel. » A. 2 mèches plates, de $0^m.0095$ de large.				
Standard kerosene	93	9.60	15.30	112
Mineral sperm	130	8.16	18.18	133
VI. — *Lampe haute, en verre.* « Brûleur Duel. » B. 2 mèches plates, de $0^m.022$ de large.				
Standard kerosène	59	17.50	17.70	129
Mineral sperm	78	14.30	19.12	139.5

Il ressort de ces chiffres que, dans les lampes de grandeur ordinaire, le plus généralement employées, le pouvoir éclairant de la flamme du kérosène avec mèche plate est égal à celui de la lumière de 8 à 9 bougies de blanc de baleine ; avec mèche ronde, de 11 à 15 bougies ; et de 9 à 17 avec le *brûleur Duel.* Le tableau démontre aussi qu'un gallon d'huile dure de cinquante à cent heures dans ces lampes, et donne une quantité de lumière équivalente à celle qui est fournie par 14 1/2 à 20 livres de bougies de blanc de baleine.

L'huile lourde, *Mineral sperm,* offre en outre l'avantage d'une sécurité presque égale, et

même pratiquement égale, à celle de l'huile de baleine, tout en donnant une quantité de lumière équivalente à celle que fourniraient 18 à 21 livres de bougies de blanc de baleine.

Un bec de gaz ordinaire consommant 140 litres par heure donne, si le gaz est de bonne qualité, une lumière égale à celle de 16 bougies.

Il suit donc de ces chiffres qu'un gallon (3 lit. 785) de *Standard kerosene* (huile de pétrole supérieure), du prix de 2 fr. le gallon, est équivalente :

Dans une lampe à mèche plate..........	à —	$8^{m\cdot 3}.456$	de gaz coûtant	4 fr. 55
— d'étudiant allemand.....	à —	$8^{m\cdot 3}.876$	—	4 — 75
— Merrill	à —	$9^{m\cdot 3}.940$	—	5 — 30
— à mèche double (Dual), de $0^{m}.0095$ de large..	à —	$7^{m\cdot 3}.840$	—	4 — 20
— à mèche double (Dual), de $0^{m}.022$ de large...	à —	$9^{m\cdot 3}.016$	—	4 — 85
Moyenne..........................	à —	$7^{m\cdot 3}.225$	—	4 — 75

Un gallon d'huile astrale (*Astral Oil*), à $1^{f}.50$ le gallon, est équivalent :

Dans une lampe à mèche plate..........	à —	$7^{m\cdot 3}.560$	de gaz coûtant	4 fr. 05
— d'étudiant d'Allemagne..	à —	$7^{m\cdot 3}.896$	—	4 — 25
— Merrill	à —	$10^{m\cdot 3}.276$	—	5 — 50
Moyenne..........................	à —	$8^{m\cdot 3}.574$	—	4 — 60

Un gallon d'huile appelée *Mineral sperm*, à $3^{f}.75$ le gallon, est équivalent :

Dans une lampe d'étudiant d'Allemagne..	à —	$9^{m\cdot 3}.128$	de gaz coûtant	4 fr. 90
— Merrill	à —	$10^{m\cdot 3}.920$	—	5 — 85
— à mèche double (Dual), de $0^{m}.0095$ de large...	à —	$9^{m\cdot 3}.296$	—	5 — »
— à mèche double (Dual), de $0^{m}.022$ de large...	à —	$9^{m\cdot 3}.772$	—	5 — 25
Moyenne..........................	à —	$9^{m\cdot 3}.779$	—	5 — 25

28 mètres cubes de gaz, dont les 140 litres donnent autant de lumière que 16 bougies, coûtent 15 francs ; ils équivalent à :

3.25	gallons de kérosène ordinaire, s'enflammant à 30° C., coûtant, à 1 fr. 50 le gallon.....	4 fr. 85
3.15	— de *Standard kerosene*, s'enflammant à 46°.11 C., coûtant, à 2 fr. le gallon.....	6 — 30
3.37	— d'huile astrale (*Astral Oil*), s'enflammant à 51°.66, coûtant, à 2 fr. 50 le gallon.	8 — 20
2.87	— d'huile *Mineral sperm*, s'enflammant à 127°.77, coûtant, à 3 fr. 75 le gallon.	10 — 75

Le coût moyen par heure de la lumière égale à celle de 8 bougies de blanc de baleine est, avec :

Bougies de blanc de baleine, à 2 fr. 10 la livre..............................	$28\frac{80}{100}$	centimes.
Gaz, à 15 fr. les $28^{m\cdot 3}$..	$3\frac{85}{100}$	—
Huile *Mineral sperm*, brûlée dans une lampe d'étudiant d'Allemagne, à 3 fr. 75 le gallon.	$2\frac{85}{100}$	—
— dans une lampe Merrill, à 3 fr. 75 le gallon....................	$2\frac{40}{100}$	—
— — à double mèche (Dual), de $0^{m}.0095$ de large...	$2\frac{80}{100}$	—
— — — de $0^{m}.022$ de large.....	$2\frac{70}{100}$	—
Huile astrale, dans une lampe à mèche plate, à 2 fr. 50 le gallon.................	$2\frac{30}{100}$	—
— — d'étudiant d'Allemagne, à 2 fr. 50 le gallon..........	$2\frac{20}{100}$	—
— — Merrill, à 2 fr. 50 le gallon........................	$1\frac{70}{100}$	—
Standard kerosene, dans une lampe à mèche plate, à 2 fr. le gallon................	$1\frac{65}{100}$	—
— — d'étudiant d'Allemagne, à 2 fr. le gallon........	$1\frac{55}{100}$	—
— — Merrill, à 2 fr. le gallon......................	$1\frac{40}{100}$	—

Standard kerosene, dans une lampe à double mèche, de 0m.0095..................	$1\frac{75}{100}$	centimes.
— — — de 0m.022..................	$1\frac{55}{100}$	—
Kérosène ordinaire, dangereux, dans une lampe à mèche plate, à 1 fr. 50 le gallon.	$1\frac{25}{100}$	—

Outre les avantages d'économie, d'éclat de lumière, de propreté et d'absence de fumée, le kérosène présente ceux de ne jamais se geler et de ne devenir jamais rance. La seule objection réelle, et, il faut le dire, très-sérieuse, que l'on puisse faire à l'usage du kérosène, c'est le danger qu'entraînent l'inflammabilité et les vapeurs combustibles que dégagent la plupart de ces huiles aux températures ordinaires.

Les huiles employées dans les expériences que nous venons de décrire n'appartiennent pas à cette classe; elles sont parfaitement inoffensives et nous démontrerons que tout raffineur a les moyens de fabriquer une huile sûre en ne dépensant pas plus de 15 à 20 centimes par gallon, en sus de ce que lui coûte l'huile dangereuse qu'il vend généralement aujourd'hui. D'un autre côté, si l'on compare dans notre dernier tableau les prix de la même quantité de lumière obtenue par des huiles dangereuses et inoffensives, brûlées dans des lampes à mèche plate, on voit que la différence entre le *standard kerosene*, qui s'enflamme à 46°.11 C., et qui offre toute sécurité, et l'huile commune qui s'enflamme à 30° C. (degré moyen des huiles dangereuses du marché de New-York), n'est que de quarante centièmes de centime par heure, ou de 1 centime $\frac{20}{100}$ pour trois heures.

Certes, une matière éclairante qui donne, dans une lampe à bon marché, une quantité de lumière égale à celle de 8 bougies, et qui ne coûte que 1 centime $\frac{65}{100}$ par heure, est d'une valeur inestimable. Elle ajoute plusieurs heures à la durée du jour et permet aux classes ouvrières de consacrer les longues soirées à des lectures utiles ou amusantes. Dans les cas où les travaux du jour doivent être prolongés dans la nuit, elle épargne à la vue la ruine inévitable qu'entraîne l'usage d'une lumière insuffisante. Les avantages hygiéniques d'une lumière pure et non fumeuse sont inestimables, et sans nous appesantir davantage sur les bons effets que l'on peut attribuer à la nouvelle matière éclairante, on a le droit de dire que le pétrole est l'un des grands agents civilisateurs du XIXe siècle.

NAPHTE ET BENZINE SOUS DE FAUX NOMS.

On a pris des patentes, dont on a vendu le droit d'exploitation dans le pays, pour des procédés secrets ayant pour but de rendre inexplosibles le gazolène, le naphte et la benzine.

Ces huiles dangereuses, tout aussi explosives après qu'avant le traitement, sont vendues au public sous des noms commerciaux tels que : *Gaz liquide, Aurora Oil* (huile Aurore), *Gaz de sûreté, Pétroline, Puroline, Black Diamond* (Diamant noir), *Septoline, Anchor Oil* (huile Ancre), *Liquide éclairant comme le jour, non explosive*, etc., etc. Ces procédés sont non-seulement d'une inefficacité absolue, mais ils sont encore ridicules; ils consistent généralement à mettre sans discernement des racines, des gommes, des écorces et des sels dans la benzine, et ne réussissent qu'à la laisser aussi explosive qu'auparavant.

Dans le catalogue officiel des patentes pour 1866, on en trouve quatorze de ce genre, relatives aux *liquides éclairants* ; on pourra juger de leur valeur par la description de quelques-unes.

N° 57,095. — Gazolène, 40 gallons; gomme oliban, 1 livre; cascarille, 1/2 livre; lichen, 1/2 livre.

N° 57,390. — Écorce de chêne blanc, 2 livres; racine d'Alkinel, 2 livres; sel, 2 livres; alcool, 1/2 litre; cyanure de potassium, 30 grammes; le tout ajouté à 3 gallons de naphte pour le rendre inexplosif.

N° 57,749. — Naphte, 40 gallons; carbonate de soude, 3 livres; alun, 2 livres; chaux hydratée, 2 livres; orme rouge, 2 livres; camphre, 1/2 livre; huile de safran, 120 grammes; essence de goudron, 30 grammes.

N° 58,180. — Naphte, 40 gallons; pommes de terre, 50 livres; chaux, 4 livres; sel de soude, 4 livres; curcuma, 3 livres.

Nº 58,905. — Gazolène, 40 gallons; sel de soude, 1 livre; crème de tartre, 1 livre. Ainsi traitée, l'huile est sans danger, et, en y ajoutant de l'huile de *Gaultheria procumbens*, on lui enlève sa mauvaise odeur.

Nº 59,797. — Gazolène, 40 gallons; soufre, 5 livres; fer rouillé, 100 livres; oignons, 1 boisseau; résine, 5 livres.

Nº 60,559. — Naphte, 40 gallons; soude caustique, 1 livre; alun, 1 livre; sel, 1 livre; manganèse, 30 grammes; eau, 120 grammes.

Il n'est pas étonnant que le pétrole donne lieu à de graves sinistres, avec des exploitants qui parcourent le pays pour répandre de tels procédés, qu'ils préconisent comme capables de rendre inoffensives ces huiles si explosives.

Les raisonnements débités par ces trafiquants pour faire des dupes sont très-spécieux. Aucun des produits du pétrole n'est explosif par *lui-même;* les vapeurs qui se dégagent de ces huiles ne sauraient, dans tous les cas, donner lieu à une explosion quand elles sont mélangées avec l'air. Il faut que l'air se trouve dans un certain rapport avec la vapeur carburée pour produire un mélange explosif. Le fait est démontré par les machines à gaz à air, qui sont simplement des appareils disposés pour saturer l'air de vapeur de gazolène et de benzine, et dans lesquelles ce mélange brûle comme du gaz ordinaire de houille.

De l'air et de la vapeur carburée mélangés à volumes égaux ne donnent pas lieu à une explosion; trois parties d'air pour une de vapeur, si on y met le feu, produisent une forte bouffée, cinq volumes d'air pour un de vapeur donnent lieu à une vigoureuse détonation; mais le degré maximum de violence résulte de l'explosion de huit ou neuf parties d'air mélangées avec une de vapeur.

Il faut beaucoup d'habileté et de précautions pour former, *à volonté*, un mélange explosif avec de l'air et du naphte, et il est par conséquent très-facile au vendeur de patentes de *ne pas produire ce mélange.*

Dans la plupart des cas, la proportion de vapeur est trop grande, et le mélange, si on le met en contact avec un corps enflammé, brûle tranquillement. Le vendeur, pour faire paraître son huile non explosive, dévisse le porte-mèche et approche une allumette de l'ouverture de la lampe; la vapeur qui s'y trouve prend feu et brûle sans explosion. Ou bien, il verse une certaine quantité de son *huile de sûreté* dans une soucoupe et l'enflamme. Il n'y a pas d'explosion et les personnes ignorantes, alléchées par une économie de quelques centimes par gallon, achètent les huiles les plus dangereuses qui existent sur le marché.

Il n'est pas possible de rendre le gazolène, le naphte ou la benzine inoffensifs, en y ajoutant n'importe quelle substance. Toute huile sûre ne peut être enflammée à la température ordinaire de l'air.

On a imaginé des lampes spéciales, dont quelques-unes ont une forme très-élégante, pour brûler le gaz liquide (naphte). Elles se composent toutes d'un réservoir destiné à contenir le liquide dangereux, et d'un brûleur au moyen duquel ce liquide est vaporisé et brûle comme du gaz.

Les figures ci-contre représentent quelques-uns de ces appareils dangereux.

L'apathie du public à ce sujet est une chose qui dépasse absolument mon imagination. Tous ces faits sont en général bien connus, et néanmoins, quoique l'usage de cette classe d'huiles soit devenu commun depuis douze ou treize ans, nous n'avons pas encore une législation suffisante pour sauvegarder la vie ou la propriété. Le seul moyen vraiment efficace de remédier au mal, c'est d'établir des lois excessivement sévères contre tout individu qui fera des mélanges de naphte et de kérosène, ou qui vendra comme huile d'éclairage ou liquide éclairant pour être brûlée dans des lampes ou autrement, excepté dans les machines à gaz à air, tout produit du pétrole qui dégage de la vapeur inflammable au-dessous de 37°.775 ou mieux au-dessous de 43°.33. Cet acte coupable devrait être assimilé à un délit punissable de la prison, et dans le cas d'un accident provenant de l'acquisition d'une huile au-dessous du degré type, le vendeur devrait être forcé de payer tous les dommages occasionnés à la propriété, et devrait être puni comme un meurtrier s'il y a eu perte de la vie. On y regarderait alors à deux fois avant de fabriquer et de faire le commerce de pareilles huiles.

Le naphte, sous quelque nom qu'il se déguise, est, sous un certain rapport, plus dange-

reux que la poudre de guerre, car la poudre ne fait explosion que lorsqu'on la met en contact avec un corps enflammé. Le naphte, au contraire, dégage de la vapeur inflammable qui va chercher le feu au loin. Ainsi la poudre peut être considérée comme un agent passif, tandis que le naphte est un agent actif; et quand on l'introduit dans l'usage sous le masque perfide d'une huile sûre, il n'y a rien d'étonnant qu'il arrive un si grand nombre d'effroyables accidents.



LAMPE A SUSPENSION.

LAMPE FIXE.

LAMPE BREVETÉE DE GRAY.

FOURNEAUX A VAPEUR DE NAPHTE ET AUTRES.

Les fourneaux à vapeur étant, sous tous les rapports, du même genre que les appareils d'éclairage dont nous venons de parler, méritent aussi notre attention. Ces fourneaux sont alimentés par du naphte (vendu sous divers noms) venant d'un réservoir placé latéralement et muni d'un robinet d'arrêt qui sert à régulariser l'écoulement du liquide. Le naphte tombant dans un tube ou chambre, maintenu à une haute température par la combustion, s'y vaporise pour s'échapper à travers des ouvertures convenables et brûler. Ces fourneaux sont disposés pour faire la cuisine, aussi bien que pour chauffer les appartements. Ces appareils sont tous, sans exception, excessivement dangereux. Ils sont alimentés avec de la benzine ou du naphte, substances qui sont toujours susceptibles de prendre feu et de produire des vapeurs explosibles.



FOURNEAU BREVETÉ DE D. H. LOWE.

FOURNEAU A VAPEURS CARBURÉES.

L'auteur du mémoire cite ici plusieurs accidents qui sont arrivés récemment à New-York, et qui ont donné lieu à des incendies considérables ou à des brûlures suivies de mort......

....

Comme il y a peu de temps que ces fourneaux ont été introduits dans l'usage domestique, et qu'ils ont été généralement adoptés avec faveur, on doit s'attendre à un grand nombre d'accidents qui se multiplieront rapidement. Un baril de poudre placé dans une maison est loin d'offrir autant de danger qu'un de ces fourneaux.

(*A continuer.*)

REVUE
DES
MÉTHODES D'ANALYSE CHIMIQUE INDUSTRIELLE PUBLIÉES A L'ÉTRANGER.

Par A. GUEROUT.

Dosage de l'acide nitreux dans l'acide sulfurique.

Par W. CROWDER.

Un des procédés employés dans les fabriques pour doser l'acine nitreux dans l'acide sulfurique repose sur ce fait que, sous l'influence de l'acide nitreux, l'urée se décompose immédiatement en azote, acide carbonique et eau, suivant l'équation :

$$C^2 Az^2 H^4 O^2 + 2 Az O^3 = 2 CO^2 + 4 Az + 4 HO.$$

Dans une solution contenant un poids connu d'urée, on verse, au moyen d'une burette, l'acide nitré, et on s'arrête lorsque toute l'urée est décomposée; ce point est indiqué au moyen d'un mélange d'iodure de potassium et d'empois d'amidon; lorsqu'il n'y a plus d'urée dans le liquide, une goutte de ce liquide produit une coloration bleue au contact d'une goutte de mélange ioduré.

Mais ce procédé ne donne pas toujours des résultats satisfaisants; aussi M. Crowder a-t-il songé à le modifier : au lieu de chercher la quantité d'acide sulfurique nitré nécessaire pour décomposer un poids connu d'urée, il détermine combien d'urée est détruite par un poids donné d'acide sulfurique nitré. L'opération se fait dans un de ces petits flacons qui servent à doser l'acide carbonique : on remplit le petit ballon à moitié d'eau dans laquelle on dissout 1 — 2 grammes d'urée, puis on introduit dans le réservoir à acide un poids connu de l'acide sulfurique à essayer, et on pèse tout l'appareil; on laisse alors couler lentement l'acide sulfurique dans la solution d'urée; il se produit une vive effervescence, l'azote et l'acide carbonique s'échappent, tandis que l'eau est retenue par le tube desséchant; à la fin de l'opération, on chauffe le liquide pour en chasser le gaz dissous, puis on fait passer à travers l'appareil un courant d'air sec et on pèse; la perte de poids donne la somme de l'azote et de l'acide carbonique; on en calcule la quantité d'urée décomposée, et par suite la quantité d'acide nitreux en présence, au moyen de l'équation donnée plus haut. Ce procédé, d'une exécution facile, donne, d'après l'auteur, des résultats constants.

L'auteur remarque que les résultats obtenus par son procédé ne sont pas d'accord avec ceux obtenus par le permanganate de potasse. A ce propos, M. G.-E. Davis fait observer que le procédé par le permanganate présente des causes d'erreur, en raison surtout des matières organiques partiellement décomposées que renferme le plus souvent l'acide sulfurique brut, et sur lesquelles le permanganate exerce une action oxydante comme il le ferait sur de l'acide nitreux. (*Chemical News.*)

Dosage du manganèse.

Par M. HUGO TAMM.

L'auteur propose de précipiter le manganèse par le carbonate d'ammoniaque; suivant lui, un léger excès de ce réactif précipite *complétement* le manganèse à l'état de carbonate, d'une liqueur neutre ou légèrement acide, contenant du chlorure de manganèse et du sel ammoniac. La précipitation est si complète, dit-il, que, dans la liqueur filtrée il est impossible de déceler la moindre trace de manganèse par le sulfhydrate d'ammoniaque. Avant de filtrer, il recommande de laisser déposer le précipité dans un endroit chaud. Ce procédé n'est pas applicable en présence des sels de chaux ou de cobalt qui sont précipités aussi par le carbonate d'ammoniaque, mais la précipitation du manganèse par ce réactif se fait parfaitement en présence du nickel ou du zinc, ce qui fournit un moyen commode de le séparer de ces deux métaux.

Cette méthode pourra sans doute rendre des services dans des cas particuliers, mais elle ne saurait, en raison surtout de ce que l'on a le plus souvent à opérer en présence de la chaux, remplacer le procédé de précipitation par le brome ou le chlore, procédé que M. Hugo Tamm ne mentionne pas et qu'il semble ignorer complétement. (*Chemical News.*)

Dosage du fluor dans les fluorures.

Par A. Liversidge.

La méthode proposée est la suivante : On décompose le fluorure par l'acide sulfurique concentré en présence de silice, et on fait passer le fluorure de silicium formé dans une solution d'ammoniaque. On dose alors la quantité de silice précipitée dans ce liquide, et on en déduit le fluor. L'opération se fait dans une petite cornue de platine, on y introduit le mélange et on chauffe d'abord au bain-marie, puis à 160 degrés, puis on chasse les dernières traces du gaz au moyen d'un courant d'air que l'on fait passer à travers l'appareil. Pour doser la silice, on chauffe le mélange ammoniacal dans une capsule de platine jusqu'à ce que toute la silice soit en solution, et on ajoute alors du chlorure de potassium et de l'alcool qui précipitent la silice à l'état de fluosilicate de potasse. La différence entre deux dosages excède rarement 0.05 pour 100. (*Chemical News.*)

Dosage de l'acide citrique.

Par M. J. Creuse.

Le procédé proposé par l'auteur repose sur ce fait que, tandis que les citrates alcalins, les acétates alcalins et l'acétate de baryte sont solubles dans l'alcool marquant 63 degrés à l'alcoomètre, le citrate de baryte est complétement insoluble dans ce liquide et se précipite toujours lorsque les liqueurs sont neutres, sous forme de citrate neutre $3\,BaO, C^{12}H^{5}O^{11}$, contenant plus ou moins d'eau.

Supposons que l'on ait affaire à un citrate alcalin, forme à laquelle il sera toujours facile d'amener soit l'acide citrique libre, soit les autres citrates ; on neutralise la solution par de l'acide si elle est alcaline, et par de l'ammoniaque si elle est acide ; on ajoute alors un léger excès d'une solution neutre d'acétate de baryte et on additionne le mélange de deux fois son volume d'alcool à 95 degrés. On laisse reposer de douze à vingt-quatre heures. Le précipité, d'abord gélatineux, devient pulvérulent pendant ce temps ; on le recueille alors sur un filtre, on lave avec de l'alcool à 63 pour 100, et on sèche à une température modérée. Pour le peser on le transforme en sulfate de baryte en brûlant le filtre et chauffant les cendres et le précipité avec de l'acide sulfurique jusqu'à ce que le poids soit constant. Du poids du sulfate de baryte on déduit celui du citrate, et par suite de l'acide citrique.

Le précipité de citrate de baryte adhère assez fortement au verre ; pour le détacher l'auteur recommande le tour de main suivant : Quand le vase dans lequel a été faite la précipitation a été vidé du liquide qu'il contenait et de la portion du précipité non adhérente au verre, on y verse un peu d'eau qui, dissolvant un peu les cristaux, les détache du verre. On ajoute alors de l'alcool à 95 pour 100, et on verse sur le filtre avec le reste du précipité.

Les chiffres cités à l'appui de ce procédé sont tout à fait satisfaisants. (*Chemical News.*)

Dosage du cuivre dans les pyrites.

Depuis quelque temps on emploie beaucoup aux Etats-Unis la méthode suivante pour le dosage du cuivre dans les pyrites : — Oxydez complétement le soufre des pyrites au moyen de l'acide nitrique, évaporez à siccité et calcinez légèrement; ajoutez alors un peu d'eau bouillante et assez d'ammoniaque pour précipiter et redissoudre le cuivre; séparez par filtration la solution bleue de la silice, de l'oxyde de fer, etc. ; lavez le filtre; concentrez, s'il le faut, les eaux de lavage, acidifiez fortement la liqueur avec de l'acide sulfurique et versez-la dans une capsule de platine formant l'électrode négative d'une batterie de deux éléments de Grove. L'électrode positive est formée par un fil de platine fort, plongeant dans la solution;

le cuivre se dépose sur la paroi de la capsule; celle-ci ayant été pesée préalablement, on la pèse avec son enduit de cuivre, et on a par différence le poids de ce métal.

Cette méthode est, paraît-il, de la plus grande exactitude. (*Chemical News.*)

Dosage du mercure dans ses minerais.

Par A. Eschka.

Cette méthode repose sur la propriété qu'a le fer métallique de décomposer à une haute température les minerais de mercure, et sur l'absorption par l'or métallique des vapeurs de ce métal. Elle s'applique à toute espèce de minerais de mercure.

On réduit la substance en poudre et on l'introduit dans un creuset de porcelaine où on le mélange au moyen d'une baguette de verre, avec environ la moitié de son poids de limaille de fer pur, et on recouvre le tout d'une couche de limaille d'environ 1 centimètre d'épaisseur. On place alors sur le creuset un couvercle en or fermant bien exactement, et dont la concavité est remplie d'eau, puis on chauffe à l'extrémité de la flamme d'un bec de Bunsen, pendant une dizaine de minutes. On enlève alors le couvercle, on le lave à l'alcool pour enlever les matières bitumineuses dont l'amalgame pourrait être souillé, on sèche au bain-marie et on pèse après refroidissement dans l'exsiccateur. On chauffe ensuite progressivement le couvercle pour chasser le mercure et on le pèse de nouveau; la différence entre les deux pesées donne le poids du mercure.

Voici les quantités qu'il convient de prendre pour l'essai :

Pour les minerais contenant environ.....	1 pour 100 de mercure........	10 grammes.
— — — de 1 à.....	10 — — —	5 —
— — — de 10 à....	30 — — —	2 —
— — — au-dessus de	30 — — —	1 —

Le couvercle d'or doit avoir environ 5 centimètres de diamètre et être assez profond pour que l'eau qu'on y place puisse en opérer le refroidissement. (*Journal de Dingler.*)

Sur le dosage de l'antimoine et sa séparation d'avec les autres métaux.

Par Hugo Tamm.

Sous ce titre, M. Hugo Tamm expose, dans le *Chemical News*, les détails d'un nouveau procédé pour le dosage et la séparation, d'ordinaire si difficile, de l'antimoine. Le réactif qu'il emploie est l'acide gallique. Dans une solution concentrée neutre ou très-peu acide (1) de protochlorure d'antimoine; cet acide organique produit un précipité blanc volumineux de bigallate d'antimoine, $SbO^3, 2(C^7HO^5) + 3HO$; tandis qu'aucun des métaux qui pourraient se trouver dans la liqueur n'est précipité. L'acide gallique ne doit être employé qu'en léger excès; on s'assure qu'on en a mis assez en déposant sur une feuille de papier blanc une goutte de la liqueur claire qui surnage le précipité et y ajoutant une goutte d'ammoniaque, qui produira une teinte rose en présence du plus léger excès d'acide gallique. On doit aussi se servir d'une solution d'acide gallique fraîchement préparée, parce qu'après un certain temps l'acide forme de nouvelles combinaisons avec l'eau de la solution et perd la propriété de précipiter l'antimoine. Le précipité de bigallate d'antimoine est difficile à laver sur le filtre, au travers duquel il passe facilement. Voici comment il convient de procéder au lavage : on laisse déposer le précipité et on décante la liqueur sur un double filtre; on verse alors de l'eau chaude sur le bigallate, on laisse déposer une seconde fois et on décante de nouveau, de la même manière. Après trois ou quatre de ces lavages, on peut recueillir le précipité sur le filtre et l'y laver une ou deux fois. Ce précipité doit être séché à 100 degrés

(1) La solution de protochlorure d'antimoine doit être neutre ou très-peu acide et, de plus, cette solution doit être concentrée, par la raison que, si elle est étendue, il faut qu'elle contienne beaucoup d'acide chlorhydrique pour que l'antimoine reste dissous. Or, la présence de l'acide chlorhydrique doit être évitée, le bigallate d'antimoine étant un peu soluble dans cet acide. Il faudra donc, dans tous les cas, se débarrasser, par évaporation, de l'excès d'acide chlorhydrique.

et pesé après refroidissement dans un exsiccateur, car il absorbe facilement l'humidité de l'air et devient $SbO^3, 2(C^7HO^5) + 5HO$. Le bigallate desséché à 100 degrés ($SbO^3 . 2(C^7, HO^3) + 3HO$) contient exactement 40.85 pour 100 d'antimoine métallique. On peut, si l'on veut, au lieu de peser le précipité, le redissoudre dans l'acide chlorhydrique faible, et précipiter de cette solution l'antimoine à l'état de sulfure.

Comme l'emploi de l'acide gallique comme précipitant de l'antimoine n'est applicable que tant que ce métal est à l'état de protochlorure, il faut, dans les cas où il est à l'état de perchlorure, opérer la réduction de ce sel. L'auteur y arrive en chauffant la liqueur avec de l'iodure de potassium; le perchlorure se réduit et il y a de l'iode de mis en liberté : $SbCl^5 + 2KI = SbCl^3 + 2Kcl + 2I$; on ajoute l'iodure par petites portions, jusqu'à ce qu'il ne produise plus de coloration de la liqueur et de dégagement de vapeurs d'iode.

Toutes les fois que la substance à analyser est soluble dans l'acide chlorhydrique, on a de suite l'antimoine à l'état de protochlorure; mais si la matière est insoluble dans cet acide, il faut en opérer la dissolution à l'aide *de l'acide chlorhydrique et du chlorate de potasse*, puis réduire par l'iodure de potassium. Quand on a affaire aux oxydes d'antimoine, naturels ou artificiels, que l'on est le plus souvent obligé d'attaquer par le carbonate de potasse, il suffit, pour les dissoudre, de les pulvériser et de chauffer cette poudre avec de l'acide chlorhydrique et de l'iodure de potassium ajouté peu à peu : on les convertit ainsi très-aisément en protochlorure.

L'antimoine peut donc, par cette méthode, être séparé de tous les autres métaux, et dans la liqueur filtrée tous ces métaux, à l'exception du fer, peuvent être précipités par leurs réactifs ordinaires. Cette particularité du fer ne présente du reste que très-peu d'importance, car il est toujours facile d'en séparer d'abord, par l'hydrogène sulfuré, l'antimoine et les autres métaux que précipite ce réactif. Ce n'est donc que ce dernier groupe de métaux qu'il est important de considérer dans l'application du nouveau moyen de séparation. Dans le cas d'une dissolution contenant, outre l'antimoine, de l'argent, du mercure, du bismuth, du cadmium, du cuivre et du plomb, la séparation par l'acide gallique est des plus faciles; mais s'il y a trop de plomb dans la substance pour que l'on puisse l'avoir tout entier dans la solution, il vaut mieux avoir recours à la séparation de l'antimoine par le sulfure d'ammonium.

Le cas le plus important est la séparation de l'antimoine d'avec l'arsenic et l'étain. Pour l'arsenic, cette séparation se fait très-facilement lorsque l'antimoine étant à l'état de protochlorure, l'arsenic est à l'état d'acide arsénieux; or c'est précisément à cet état qu'est l'arsenic après le traitement par l'iodure de potassium :

$$AsO^5 + 2HCl + 2KI = AsO^3 + 2HO + 2KCl + 2I,$$

de sorte qu'il n'y a rien à modifier au procédé décrit plus haut.

Pour l'étain, il en est autrement; l'iodure de potassium ne réduit pas le perchlorure d'étain, mais si on chauffe la liqueur avec un excès de cet iodure, il y a double décomposition, et tout le chlorure d'étain est transformé en biiodure, état très-favorable à la séparation du bigallate d'antimoine. L'addition d'iodure de potassium doit être en rapport avec la quantité présumée de chlorure d'étain en présence. On reconnaît que l'opération a été bien conduite quand le précipité de bigallate se dépose rapidement.

En présence de l'étain et de l'arsenic, l'opération se fait exactement comme dans le cas de l'étain seul.

Dosage du monosulfure de calcium dans le noir animal.

Par E. Fahlberg.

Ce procédé n'est qu'une application de la méthode proposée par Frésénius pour le dosage de l'acide sulfhydrique en présence de l'acide carbonique. Il repose sur l'absorption de l'hydrogène sulfuré par de la pierre-ponce imprégnée d'une solution de sulfate de cuivre et desséchée ensuite à 160 degrés centigrades. Le noir animal est soumis, dans une petite fiole à dégagement munie d'un tube à entonnoir, à l'action de l'acide chlorhydrique étendu. Cette fiole est en communication d'abord avec un petit réfrigérant de Liebig, à reflux, puis avec trois tubes desséchants à chlorure de calcium, ensuite avec deux petits tubes en U, remplis de

ponce cuivrique et pesés d'avance. Lorsque le dégagement de gaz par l'action seule de l'acide chlorhydrique a cessé, on chauffe environ un quart d'heure à l'ébullition, puis, au moyen d'un aspirateur, on fait traverser l'appareil jusqu'à refroidissement par un courant d'eau lent. On pèse alors les deux tubes à ponce cuivrique, et leur augmentation de poids donne le poids de l'acide sulfhydrique dégagé.

L'auteur s'est assuré que dans le noir animal le soufre est toujours à l'état de monosulfure. (*Journal de Dingler.*)

ACADÉMIE DES SCIENCES.

Séance du 21 octobre. — M. le Président annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. Babinet, membre de la section de physique, décédé à Paris ce matin 21 octobre 1872.

M. Babinet était né à Lusignan le 5 mars 1794; il entra à l'École polytechnique en 1812, et passa à l'École d'application de Metz, d'où il sortit sous-lieutenant d'artillerie. Il quitta bientôt la carrière militaire pour l'enseignement et fut successivement professeur de mathématiques à Fontenoy-le-Comte, à Poitiers et au Collége Saint-Louis. En 1838, il suppléa Savary au Collége de France et entra, deux années plus tard, à l'Académie des sciences en remplacement de Dulong.

— M. Yvon-Villarceau présente au nom de M. Magnac un mémoire, accompagné d'une lettre, sur l'emploi des chronomètres à la mer.

— M. Pasteur se montre fort étonné d'avoir lu dans le *Compte-rendu* les deux notes de M. Fremy, où ce dernier affirme, sans en donner la preuve, que les faits nouveaux, exposés par lui, Pasteur, dans la séance précédente, « *appuient les idées qu'il a émises pour la génération des ferments;* » « *qu'elles sont une confirmation éclatante de la théorie qu'il soutient, et qu'elles renversent entièrement la sienne.* » M. Pasteur formule de nouveau ses idées par écrit, les ayant pour ainsi dire improvisées à la demande de M. Dumas, et prie M. Fremy de répéter ce qu'il a avancé, afin d'en croire ses yeux et ses oreilles. M. Fremy, qui venait de sortir au moment où M. Pasteur allait prendre la parole, répondra sans doute à la prochaine séance.

— Réponse aux allégations contenues dans un rapport de M. A. Gruyer sur l'Exposition internationale de Londres en 1871, à propos des tapisseries des Gobelins; par M. Chevreul.

— MM. Ed. Becquerel et Milne-Edwards viennent en aide à M. Chevreul, et prouvent toute l'utilité de ses cercles chromatiques.

— Sur l'équation mécanique dont découle le théorème du viriel; par M. R. Clausius.

— Théorie de plusieurs systèmes d'écluses de navigation; par M. A. de Caligny.

— Recherches sur la dissociation cristalline : Aluns (suite); par M. P.-A. Favre et C.-A. Valson.

— Sur les phénomènes de fermentation et leurs rapports avec la physiologie pathologique, à propos des études récentes de M. F. Monoyer sur la zymologie; par M. C. Sédillot. — L'Académie a suivi avec trop d'intérêt les observations et les expériences si multipliées, si précises et si ingénieuses qui lui ont été présentées sur le panspermisme, l'hétérogénie ou les générations spontanées, pour les rappeler ici.

Les ferments insolubles ou vivants (organismes ferments), les seuls admis par M. Pasteur, appartiennent aux deux règnes, végétal et animal (algues, champignons, infusoires, vibrions), et le nombre en semble fort considérable.

Les ferments solubles, dont l'exemple le plus frappant est la diastase, ont été considérés par M. Fremy comme une sorte de matière *hémi-organisée*, et il semblerait même résulter de quelques faits récents, signalés par M. Monoyer, et qui ont besoin d'être confirmés, que, si l'on enlève, par la dyalise, les produits de la fermentation au fur et à mesure de leur formation, le ferment soluble continuerait à agir indéfiniment comme le ferment vivant dans les mêmes conditions. Cette disposition, bien connue par les fermentations alcooliques, paraît

également démontrée par M. Davaine pour les ferments de la putréfaction. Cet habile expérimentateur, dont l'Académie connaît les beaux travaux sur les maladies charbonneuses et septicémiques, a entrepris des recherches du plus haut intérêt sur la nocuité croissante des ferments putrides, en raison du nombre de leurs transmissions d'un animal à un autre, particulièrement de la même espèce.

La découverte de cette importante propriété, appelée très-probablement à éclairer l'histoire des épidémies et de quelques maladies virulentes et contagieuses, est due à deux de nos anciens collègues de Strasbourg, MM. Coze et Feltz, dont les recherches ont été si justement appréciées et couronnées par l'Académie.

M. Davaine a constaté qu'à la vingt-cinquième transmission, et souvent beaucoup plus tôt, le ferment ou les ferments devenaient mortels à la dose d'un millionième, d'un billionième, d'un trillionième et d'un quatrillionième de goutte de sang infecté. Ces résultats prodigieux, au premier abord, ont été obtenus sur des lapins, animaux d'une extrême impressionnabilité aux agents toxiques, et notre savant confrère M. Bouley s'en est déclaré le témoin convaincu.

Ces actions énergiques, à doses infinitésimales, n'ont rien, en y réfléchissant, d'inadmissible. M. Dumas ne nous a-t-il pas dit que si l'on essayait d'exprimer le chiffre des cellules de levûre et de leurs analogues, employées, pendant une seule année, à la panification et aux fermentations alcooliques, on ferait reculer même les astronomes (*Comptes-rendus*, 6 août 1872); vitesses, distances, nombres et grandeurs sont des idées avec lesquelles on commence à peine à se familiariser, et la science sert à nous ramener, chaque jour, à l'infini.

Un autre problème, d'une valeur médicale inappréciable, est celui de la destruction des ferments portés dans les organismes vivants. On connaît une foule de corps et de composés susceptibles d'agir sur les ferments et de modifier, de suspendre et de prévenir les fermentations. Tels sont : le borax, le borate de soude, le silicate de potasse, les sulfites, l'acétate de potasse, les acides plus ou moins concentrés, l'acide phénique, le sulfate de quinine, le chlore, les chlorures, l'eau oxygénée, l'ozone, etc. Deux jeunes savants auxquels on doit déjà d'importants travaux, MM. A. Rabuteau et F. Papillon, ont dernièrement communiqué à l'Académie leurs expériences sur l'action et les propriétés physiologiques du silicate de soude. Il serait trop long de citer toutes les substances antifermentescibles mises en usage comme prophylactiques ou comme médicamenteuses. Les succès, dans ce dernier cas, ont été jusqu'à présent fort rares et très-contestés, et la raison en est facile à concevoir. Le ferment doit être attaqué, annihilé ou détruit sans nuire à l'organisme ou *milieu intérieur*, selon l'heureuse expression de M. C. Bernard, et ce milieu exerce une action perturbatrice difficile à apprécier.

Ce sont là des questions à l'étude et aujourdhui soumises aux expérimentations les plus attentives et les plus multipliées, et l'on peut certainement en espérer des résultats importants, quoique les découvertes de l'art aient presque toujours précédé celles de la science dans le domaine médical. La vaccine ne laisse aucun doute sur la possibilité d'introduire dans l'économie un agent capable d'annihiler les effets d'un élément virulent et contagieux. Les mêmes observations peuvent se renouveler, et l'on s'est depuis longtemps demandé si le mercure et ses préparations n'auraient pas quelque propriété de ce genre.

Les recherches zymologiques depuis longtemps entreprises et poursuivies, et les expériences récentes de MM. Davaine, Chauveau, Colin, celles de M. Bouley, répétées par un grand nombre de savants, sont, à ces divers points de vue, du plus grand intérêt, et conduiront sans aucun doute à des notions plus précises et plus complètes.

— M. Tresca demande l'ouverture d'un paquet cacheté qui a été déposé par lui le 9 septembre 1870, et qui a été inscrit sous le n° 2571. Ce pli, ouvert en séance, contient la constatation du lieu dans lequel le général Morin et M. Tresca avaient déposé, pendant les événements de 1870, les étalons du mètre et du kilogramme déposés au Conservatoire des arts et métiers.

— Valeur des caractères tirés de la structure de la tige, pour la classification des Bignoniacées; par M. Ed. Bureau.

— Extension de la méthode de Cauchy à l'étude des intégrales doubles, ou théorie des contours élémentaires dans l'espace (suite et fin); par MAX. MARIE.

— Sur les anneaux colorés produits dans le gypse par la pression, et sur leur connexion avec l'ellipsoïde des conductibilités thermiques et avec les clivages; par ED. JANNETAZ.

— Études sur les types ostéologiques des poissons osseux ; par M. C. DARESTE.

— M. STÉPHAN adresse les éléments et coordonnées de la planète (123).

— Sur la détermination des longitudes par les chronomètres (Extrait d'une lettre de M. de Magnac à M. Yvon Villarceau).

— Équations de quartiques dont une partie se réduit à une droite double. Note de M. ZEUTHEN, présentée par M. CHASLES.

— Sur la nature probable des anneaux de Saturne et sur le bolide signalé le 31 août aux environs de Rome; par M. VOLPICELLI. — Dans cette note, le Père Secchi est contrecarré à chaque ligne par son confrère de Rome.

— Note sur les courants accidentels qui naissent au sein des lignes télégraphiques dont un bout reste isolé dans l'air; par M. TH. DU MONCEL.

— Action du sucre cristallisable sur le réactif cuprotartrique de Barreswill; par M. E. FELTZ.

« Le dosage du glucose est fondé sur la réduction de la liqueur cuprotartrique, chauffée à l'ébullition en présence de ce sucre. Cette réaction est très-sensible; quelques centimètres cubes d'une solution, contenant environ un demi-gramme de glucose par décilitre, suffisent pour décolorer complétement 10 centimètres cubes de la liqueur d'épreuve. Si l'on remplace la solution de glucose par une solution analogue de sucre cristallisable, la liqueur cuprique reste limpide et l'on n'observe aucune précipitation d'oxydule de cuivre. On en a conclu que le sucre cristallisable n'exerce aucune action sur le réactif cuprotartrique.

En cherchant à doser des traces de glucose dans des solutions de sucre cristallisable, j'ai été conduit à constater que le sucre de canne peut aussi réduire la liqueur cuprotartrique. Voici les expériences qui mettent ce fait en évidence :

I. 10 centimètres cubes de liqueur cuprique, préparée d'après la formule de M. Violette, ont été additionnés de 20 centimètres cubes d'une solution sucrée, contenant 6 grammes de sucre raffiné. On a maintenu le mélange à l'ébullition dans un petit ballon d'essai en verre. Au bout de vingt-cinq minutes, tout le cuivre est précipité et la couleur bleue a fait place à une couleur jaune intense.

II. La liqueur cuprique, maintenue à l'ébullition sans addition de sucre, ne donne lieu à aucun précipité.

III. La solution sucrée, chauffée à l'ébullition en présence d'un excès de chaux, ne se colore pas, ainsi que cela arriverait si elle contenait du sucre interverti en quantité notable. Débarrassée, à l'aide de l'acide carbonique, de la chaux avec laquelle elle a bouilli, la solution sucrée réduit la liqueur cuprique exactement comme dans l'expérience I.

Diverses formules ont été proposées pour la préparation de la liqueur cuprique. Celle de Frésénius ne diffère de la formule de M. Violette que par la quantité de soude libre. M. Monier remplace le sel de Seignette par la crème de tartre ; d'autres chimistes donnent la préférence au tartrate neutre de soude. Les liqueurs préparées avec la crème de tartre sont généralement abandonnées, parce que leur réduction n'est pas nette. Mais, en réalité, la différence essentielle qui existe entre les liqueurs des diverses formules consiste dans la proportion d'alcali libre. Les liquides les plus alcalins présentent les réactions les plus nettes en présence du glucose, et sont moins exposées aux altérations. M. Patterson a même prouvé dernièrement que l'addition d'une certaine quantité de soude caustique peut rendre ses qualités premières à une liqueur altérée par une trop longue concentration. »

Or, M. E. Feltz s'est assuré que c'est sous l'influence d'un excès d'alcali que le sucre cristallisable réduit la liqueur cuprique, et qu'ainsi les dosages si fréquents du glucose, dans des mélanges des deux sucres, n'ont qu'une exactitude relative et deviennent complétement inexacts lorsqu'il s'agit de doser des traces de glucose en présence de grandes quantités de sucre cristallisable.

— Du rôle des microzymas pendant le développement embryonnaire; par MM. BÉCHAMP et ESTOR.

— L'aurore polaire et l'aurore magnétique des 14 et 15 octobre; par M. TARRY.

— M. E. FOURNIÉ demande l'ouverture d'un paquet cacheté, relatif à la physiologie céré-

brale, qui a été déposé par lui le 22 juillet 1872. — La lecture faite de la note qu'elle contient donne le *modus faciendi* d'expériences à l'aide desquelles l'auteur arrive à léser certaines parties du cerveau sans compromettre la vie, et à étudier ensuite les fonctions de ces parties cérébrales. La méthode est ingénieuse et peut donner des résultats certains.

— M. Bandiera adresse de Messine une note sur un moyen de séparation de l'essence de citron et de l'essence de térébenthine. — Cette note nous paraît *enterrée*, et cependant son titre promet. Le *Compte-rendu* n'en dit pas davantage.

Séance du 28 octobre. — L'invitation faite par M. Pasteur dans la dernière séance a porté ses fruits. M. Fremy, invité à s'expliquer, a demandé la parole et alors s'est engagée une discussion où aucun fait nouveau ne s'est produit, ce qui nous dispense de prendre le texte rigoureux des *Comptes-rendus*, lequel nous entraînerait trop loin, mais où l'aigreur a pris la place de la courtoisie. C'est toujours M. Pasteur qui, avec son ton tranchant et magistral, est la cause de cette *fermentation* dans le langage.

M. de Parville a résumé cette discussion avec une grande impartialité dans le *Journal officiel*. Nous allons donc le laisser parler.

Réponse à une question posée par M. Pasteur :

M. Fremy. — Mon savant confrère m'a demandé dans la dernière séance, — je venais de quitter la salle ; sinon, j'aurais immédiatement répondu, — si je persistais, après avoir lu sa dernière note, à juger que ses dernières expériences étaient une confirmation éclatante de ma théorie. Il m'a reproché, en outre, de n'avoir pas encore fourni à l'appui de mes conclusions de nouvelles expériences démonstratives.

M. Pasteur m'avait demandé déjà si je confesserais mes erreurs, dans le cas où il parviendrait à mettre une goutte de jus sucré de raisin en présence d'oxygène, sans obtenir de fermentation. Il avait, en effet, annoncé une expérience dans laquelle ces conditions étaient réunies et qui n'avait pas amené de fermentation. J'avais, de mon côté, prié mon savant contradicteur de dire comment cette expérience avait pu être réalisée.

M. Pasteur s'était contenté de répondre : « Je le dirai à mon heure. » J'attends depuis ce temps qu'il veuille bien enfin nous renseigner sur son mode d'expérimentation. Il l'a fait dans la séance du 7 octobre seulement. Il n'y a donc pas de temps perdu de ma part. Ces expériences sont loin de me paraître décisives, et M. Pasteur va bientôt comprendre pourquoi. Aussi, plus que jamais, je persiste dans mon opinion ; non, il est inexact de dire, comme le veut M. Pasteur, que la fermentation est produite par des germes venus de l'extérieur. Elle est produite dans l'intérieur même du fruit par la génération du ferment par les cellules organiques. Les poussières atmosphériques dont parle sans cesse M. Pasteur engendrent des moisissures ; ces moisissures peuvent donner lieu à la fermentation. Ceci est connu et je ne le conteste nullement. C'est admis ; mais cela ne prouve nullement que les cellules n'engendrent pas directement le ferment alcoolique.

Que fait M. Pasteur? Il prend un ballon renfermant de la liqueur fermentescible, et après l'avoir soumis à l'ébullition, il introduit par une tubulure le jus sucré d'un grain de raisin, sans qu'il puisse y avoir contact de l'air. On sait le mode opératoire ; nous l'avons déjà décrit. Cela étant, il constate qu'il n'y a pas fermentation, et en effet, pour lui, il ne saurait y en avoir, car le jus a été introduit sans le contact de poussières atmosphériques ; donc, pas de germes, pas de fermentation. Ce mode de raisonner est absolument inexact.

Moi aussi, avant que M. Pasteur n'ait indiqué son mode opératoire, j'ai essayé, dès le mois de février dernier, la même expérience. Dans un petit tube fermé et muni d'une tubulure, on avait introduit de la liqueur fermentescible, puis par la tubulure, effilée à la lampe et cassée à l'intérieur d'un grain, on avait fait passer le jus du grain dans l'intérieur de la tubulure, sans contact avec l'atmosphère. Ainsi que l'avait annoncé M. Pasteur, je n'ai pu, dans ces conditions, obtenir de fermentation. Le jus sucré descendait difficilement d'abord dans le matras ; ensuite, il n'y donnait lieu à aucun phénomène de fermentation.

Mais voici mieux : j'opérai ensuite au contact de l'air, au lieu de m'astreindre à n'opérer qu'à l'abri des poussières, et, fait remarquable, je n'obtins pas davantage de fermentation. Il semble qu'une goutte de jus de raisin, obligée de descendre dans un espace réduit, ne donne

lieu à aucun phénomène de fermentation. Ainsi donc, je suis en droit de répondre à M. Pasteur : Votre goutte de raisin ne fermente pas, non point parce qu'elle n'a reçu aucun germe atmosphérique, mais parce qu'elle ne saurait fermenter dans un tube étroit. Il y a là un phénomène passé inaperçu. Qu'il y ait des germes ou non, la goutte reste intacte dans un espace restreint ! Donc, votre argumentation est sans valeur.

Il faut pour arriver à des résultats bien nets que vous précisiez et la quantité de suc de raisin mis en expérience et la forme du réceptacle employé. Sinon, vous ne démontrez rien du tout.

Maintenant, j'arrive au point de votre communication, qui m'a permis d'avancer que vous confirmiez de tout point ma théorie. Des fruits, avez-vous dit, placés à l'air libre, dégagent de l'acide carbonique et absorbent de l'oxygène. C'est entendu ; c'est un fait connu. Plongés au contraire dans de l'acide carbonique, les mêmes fruits engendrent de l'acide carbonique et de l'alcool comme dans une sorte de fermentation. Enfin, vous l'avez dit vous-même ! Voici des fruits à l'abri de l'air, des germes atmosphériques, qui fermentent, puisqu'ils donnent et de l'acide carbonique et de l'alcool.

Donc, vous dites comme moi : sans le concours d'agents extérieurs, par une transformation absolument interne, voici des fruits qui fermentent. Et vous voudriez que ce ne fût pas une confirmation éclatante de ma théorie ! Mais c'est elle, elle-même que vous venez d'exposer.

M. Pasteur. — Jamais ! Vous tenez absolument à établir une confusion. Vous prétendez que le ferment alcoolique est engendré par les cellules mêmes du fruit ; or, je l'ai dit, répété et je le répète encore, il n'y a pas trace de levûre alcoolique dans les fruits ainsi modifiés : il y a génération d'alcool sans le secours d'un ferment quelconque. Comprenez-vous? pas trace de ferment.

M. Fremy. — Il y a génération d'un ferment.

M. Pasteur. — Non !

M. Fremy. — Si !

M. Pasteur. — Je vous répondrai, pas trace de ferment, je le déclare.

M. Fremy. — Moi, j'affirme le contraire et tout est là. Encore quelques mots avant de vous abandonner la parole. Dans votre communication, vous donnez à entendre que je n'ai pas encore indiqué les expériences dont je parle depuis près d'un an.

J'étais bien obligé d'abord, pour critiquer vos essais, de les connaître, et je vais vous demander encore quelques détails à cet égard, car votre dernière communication ne me satisfait pas complétement ; ensuite, depuis février, vous voyez bien que je n'ai cessé de contrôler vos assertions par des expériences directes et d'imaginer de nouvelles expériences, mais c'est très-long, et, pour convaincre M. Pasteur, je suis bien obligé de lui donner un aperçu des essais en cours d'exécution. J'ai mis à l'étude : l'action des divers ferments, leurs caractères, la forme des vases et des tubes sur l'activité de la fermentation, la fermentation des principaux fruits, cerises, groseilles, fraises, poires, pommes, raisin, etc. ; l'examen des corpuscules qui se produisaient, etc. Il y a là un travail à faire qui exige de longs mois. Tout viendra en son temps. Que M. Pasteur sache bien seulement que toutes mes expériences sont en contradiction directe avec sa manière de voir.

M. Pasteur. — La question est cependant bien claire et je voudrais que M. Fremy, au lieu de se perdre dans des considérations un peu vagues et indécises, serrât le problème de plus près. Voyons. Pour M. Fremy, la matière albumineuse d'un suc végétal se transforme directement en cellules de ferment, sans le concours d'aucun germe extérieur ; ou encore, c'est une seconde forme de sa théorie, les cellules du fruit engendrent directement les cellules de levûre. Bon ! Pour moi, au contraire, tout ferment vient de l'extérieur. Donc, pour savoir où est la vérité, il suffit de voir si le jus d'un fruit qui a été avec précaution mis à l'abri de l'air extérieur est susceptible de produire la fermentation.

N'est-il pas évident que si M. Fremy a raison, le jus de fruit se modifiera, le ferment se montrera dans tous les cas et la fermentation aura lieu ; qu'au contraire, si j'ai raison, en privant le jus de fruit du contact de l'air, c'est-à-dire des germes de levûre, je n'obtiendrai aucune fermentation. Or, on le sait, cela a été fait et jamais mon jus de fruit n'a fermenté quand j'ai eu soin d'introduire le jus sans le contact de l'air. Au contraire, ce jus qui ne fer-

mentait pas, fermentait immédiatement quand on introduisait quelques gouttes d'eau de lavage des grains. Car les grains supportent des milliards de germes de levûre. On les voit en nombre énorme jusque sur le bois de la grappe. Alors même que le raisin a été lavé par les pluies, il en reste des quantités énormes; j'en ai trouvé des masses sur des raisins qui m'arrivent du Jura et qui ont été soumis à des pluies persistantes depuis plusieurs semaines. Comment nier l'action de l'élément extérieur sur la fermentation.

Ah! M. Fremy me dit: « Mais j'ai essayé, et dans mes tubes étroits, une goutte de raisin, à l'air libre ou non, n'a jamais suffi pour me produire la fermentation. » D'abord, je ne sais pas comment s'y prend M. Fremy, mais logiquement, lorsqu'un grain de levûre a 1 millième de millimètre, comment veut-il que la quantité énorme qui se trouverait selon lui dans un grain ne puisse suffire à déterminer la fermentation. Et puis, réponse dernière, s'il n'a pu, j'ai pu, moi, puisqu'un seul grain, même introduit par le même petit tube, mais non à l'abri de l'air, a déterminé des fermentations dans dix de mes ballons en expérience.

M. Fremy. — Comment introduiriez-vous le jus d'un grain dans votre tube? Il ne glisse pas, le jus, il reste adhérent au verre; comment pourrait-il descendre et tomber jusqu'à la liqueur fermentescible?

M. Pasteur. — Cela a l'air d'embarrasser M. Fremy. C'est pourtant bien simple. Je renverse mon ballon, et le liquide va chercher le jus, au lieu que ce soit la goutte qui tombe dans le liquide; ce n'est pas plus difficile que cela. Et ainsi, j'ai obtenu à volonté la fermentation, suivant qu'il y avait eu contact avec l'air et les germes ou qu'au contraire la goutte avait été introduite à l'abri des germes de levûre.

Je poursuis: J'ai dit, en rappelant les expériences de M. Bérard, que dans de l'acide carbonique les fruits engendraient de l'alcool et de l'acide carbonique. M. Fremy part de là pour me dire: « Vous voilà enfin de mon avis; vous admettez maintenant que, sans germes atmosphériques, la fermentation peut avoir lieu. » Du tout. Pour cela, il faudrait, selon la théorie de M. Fremy, que je constatasse la présence dans le fruit de la levûre alcoolique. Il n'y en a pas trace. M. Fremy dit: Si, il y en a. Je réponds: Non, il n'y en a pas, et j'en suis sûr.

M. Fremy. — Comment pouvez-vous dire: « J'en suis sûr. » Est-ce que vous savez si le ferment alcoolique ne commence pas par quelques granulations absolument impénétrables au microscope; est ce que, avant son état définitif, il ne passe pas par différentes formes qui vous auront échappé?

M. Pasteur. — Oui, j'en suis sûr. J'ai assez étudié la levûre alcoolique pour l'affirmer, j'en ai là des dessins complets; je sais comment elle naît, et je vous déclare qu'il n'y en a pas trace dans vos fruits plongés au milieu d'une atmosphère artificielle d'acide carbonique. Et puis, voulez-vous une preuve directe, la voici:

Quoi! j'ai des grains de raisin qui, dans de l'acide carbonique, ont donné de l'alcool, et qui, suivant vous, renferment déjà, par conséquent, des grains de levûre en évolution; je les prends, je les plonge dans un liquide fermentescible, et ces grains, renfermant déjà du ferment alcoolique, sont inertes et incapables de produire la fermentation. Voila des fruits pris en flagrant délit de fermentation, qui ne peuvent déterminer eux-mêmes la fermentation. Vous voyez donc bien qu'ils ne sauraient renfermer trace de ferment, et que l'expérience qui devrait apporter une confirmation éclatante à votre théorie y est absolument opposée.

M. Trécul. — Mais votre jus de raisin qui a été soumis à l'atmosphère de l'acide carbonique est inerte; ce n'est pas étonnant s'il ne donne plus de fermentation.

M. Pasteur. — Comment! il donnait de l'alcool; je le prends à ce moment-là, au moment où, selon M. Fremy, le ferment commençait à se générer, et vous le dites inerte. Ou il est en pleine vie, et il doit agir partout; ou il est inerte, comme vous le dites, et alors nous sommes d'accord.

M. Fremy. — En résumé, de ce que vous ne voyez pas le ferment, vous n'avez pas le droit d'affirmer qu'il n'est pas.

M. Pasteur. — D'autant plus le droit que le ferment alcoolique ne se développe pas par grosseurs successives comme vous avez l'air de le supposer; il apparaît en grains qui sont sensiblement toujours de même volume. Il est bien facile à reconnaître.

M. Trécul. — Vous prétendez que les grains de levûre apparaissent brusquement, sans

accroissement préalable, sous un volume stationnaire; mais c'est opposé à toutes les observations.

M. Pasteur. — Les observations de tous les botanistes ne changeront rien à la chose. C'est ainsi et je l'affirme, et je le démontrerai quand vous voudrez.

M. Trécul. — Eh bien! soit, je voudrais bien le voir. Je m'engage à montrer que c'est tout le contraire qui est vrai. Au surplus, faisons les expériences ensemble.

M. Pasteur. — Ah non! je n'ai pas le temps d'apprendre à observer à tous ceux qui me contredisent; ce que je veux bien, et je le propose encore une fois, bien que M. Fremy ait déjà refusé, c'est de répéter toutes mes expériences et de montrer l'exactitude de tout ce que je viens de dire, devant une commission nommée par l'Académie.

M. Trécul. — J'accepte.

M. le président. — M. Fremy vient de partir; la question ne saurait lui être posée; en tout cas, il est un peu tard pour saisir aujourd'hui l'Académie de la nomination d'une commission. Nous y reviendrons en comité secret dans la prochaine séance.

— Note concernant un nouveau théorème de mécanique générale; par M. Yvon-Villarceau.

— Suite et fin de la réponse de M. Chevreul aux allégations de M. A. Gruyer, à propos des tapisseries des Gobelins. — Le célèbre *doyen des étudiants de France*, comme il se nomme lui-même, termine par cette conclusion :

Je répète ce que j'ai dit en commençant : si M. A. Gruyer avait exposé son opinion dans une publication particulière, j'aurais gardé le silence.

Mais l'exposant dans une publication officielle, j'ai dû le rompre d'après les considérations suivantes :

Il existe une place attribuée à un savant dans les manufactures de l'État, je l'occupe depuis bientôt un demi-siècle; l'accusation est formelle : j'ai *entravé* les progrès de leur développement par l'influence de mes recherches sur les couleurs.

J'ai répondu par des faits que chacun peut vérifier :

1° L'influence qu'on m'attribue sur la confection des tapisseries et de tapis a constamment été nulle en réalité;

2° Les opinions dont on m'accuse sont, du moins pour la plupart, absolument contraires à celles que je professe; ceux de mes écrits cités en font foi;

3° Les cercles (claviers) chromatiques sont absolument étrangers à l'administration des Gobelins, puisqu'ils ont été exécutés à la demande de la Chambre de commerce de Lyon.

Je déclare n'avoir dit que la *vérité*, mais non pas *toute la vérité*.

Qu'on prétende le contraire, et je préviens les personnes intéressées qu'alors je la *dirai tout entière*.

J'espère qu'à présent ceux de mes confrères qui m'ont demandé des explications sur un passage des *Comptes-rendus* de la séance du lundi 8 janvier 1872, p. 83 (que je reproduis en note) (1), où je parlais de *quelques points noirs* que je croyais apercevoir au loin, et qui me prescrivaient la *prévoyance*, verront aujourd'hui que je n'avais pas des taies sur les yeux.

— Recherches sur la dissociation cristalline (aluns) (suite); par MM. Favre et C.-A. Valson. — Ces messieurs terminent ainsi leurs longues recherches :

En présence de ces résultats, n'est-on pas autorisé à se demander si l'action dissolvante de l'eau sur les sels n'aurait pas pour effet de dissocier leurs éléments et de les amener, sinon à un état de liberté complète, du moins à un état d'indépendance réciproque, qu'il serait difficile de définir dès maintenant, mais cependant très-différent de leur état primitif?

Cette indépendance des éléments salins dans la dissolution n'est pas, du reste, une simple hypothèse. C'est la conséquence à laquelle nous avons été le plus souvent amenés dans le

---

(1) Je puis me tromper, moi chétif, mais il me semble apercevoir au loin *quelques points noirs* qui me prescrivent la prévoyance. S'il n'y a pas d'erreurs de ma part, si les *points noirs* grossissaient et devenaient menaçants, permettez-moi, Messieurs et chers Confrères, d'espérer que l'Académie voudrait bien donner sa protection à celui qui se dit aujourd'hui le *doyen des étudiants de France*, et dont l'aspiration unique est de terminer le trente-neuvième volume de l'Académie des sciences.

cours de nos recherches. Sans entrer dans plus de détails, nous nous contenterons de rappeler sommairement ce que nous avons déjà dit sur la thermoneutralité, sur les modules des densités et des actions capillaires, et enfin sur les modules de coercition. En se plaçant à ces différents points de vue, on reconnaît toujours que, dans les solutions salines suffisamment étendues, chacun des éléments métalliques ou métalloïdiques des sels produit constamment des effets identiques et indépendants des autres éléments qui peuvent se trouver en présence.

En admettant cette manière de voir, on est conduit à une conclusion sur laquelle nous désirons appeler l'attention des physiciens.

La dissolution a pour résultat de donner aux éléments des corps dissous une indépendance réciproque, et le travail mécanique intérieur nécessaire pour produire cet effet est mesuré par les changements de volume qui accompagnent cette dissolution, et par conséquent par la quantité de chaleur mise en jeu lorsque les mêmes effets de coercition sont produits directement sur le liquide dissolvant en vertu d'actions équivalentes.

— Nouvelles études sur l'acide valérianique et sur sa préparation en grand; par MM. Isidore Pierre et Ed. Pichot.

— Nouvelles études sur l'acide butyrique; par MM. Isidore Pierre et Ed. Pichot.

Ces deux mémoires ne sont pas détaillés dans le *Compte-rendu*, et la préparation, entre autres, de l'acine valérianique par l'oxydation de l'alcool amylique, que nous aurions aimé à donner à nos lecteurs, n'est pas indiquée.

— Sur l'extension actuelle du *phylloxera* en Europe; par M. S.-E. Planchon. — Pour le moment, voici dans quelles régions l'existence du *phylloxera vastatrix* est scientifiquement constatée :

1° Amérique septentrionale, principalement dans les États de l'est du Mississipi et presque dans le Canada (Asa Fitch, Walsh, Shimer, Riley). — L'identité de l'insecte européen avec l'insecte d'Amérique, indiquée par M. Lichtenstein et moi, a été pleinement confirmée par M. Riley.

2° Angleterre et Irlande : dans les *graperies* ou serres à raisins, dès 1863 (Westwood).

3° France : départements du Gard, de Vaucluse, des Bouches-du-Rhône, de la Drôme, de l'Ardèche, de l'Hérault, du Var; première constatation de la maladie vers 1863; découverte de l'insecte, juillet 1858.

Département de la Gironde : environs de Bordeaux, rive droite de la Garonne. Point de départ, jardin de M. Laliman, où ont été importés des cépages américains; première constatation de la maladie, vers 1866; découverte de l'insecte, 1869.

4° Portugal : région du Douro et aussi environs de Lisbonne, d'après M. Oliveira junior; le premier point bien constaté l'invasion de la maladie serait un vignoble de feu M. Antonio de Mello Vaz Sampaio, à Gouvinhas, vignoble où auraient été introduits préalablement des cépages américains. M. Batalha y Reis, qui a étudié l'insecte sur place en Portugal, l'a reconnu identique avec celui de France que nous avons pu lui soumettre. Le même savant nous a dit que les plants américains introduits dans la région du Douro provenaient de plants déjà cultivés près de Lisbonne. Les symptômes de la maladie étaient évidents depuis plusieurs années en Portugal; mais l'insecte n'y a été découvert que cette année.

5° Autriche : Collection de vignes de la station œno-chimique de Klosternenburg, près de Vienne. J'ai déterminé moi-même l'insecte sur des exemplaires communiqués par M. Rössler. D'après une lettre récente de M. Edmund Mach, c'est dans la collection de vignes de cet établissement, juste autour d'un plant de vigne américain, que le mal est apparu d'abord; il n'existe encore que sur une centaine de ceps.

— La commission du *phylloxera* a reçu de M. Duclaux le relevé à peu près complet, effectué par lui-même et sur les lieux, de tous les points atteints par le fléau. Il en résulte que la présence de l'insecte a été constatée sur une surface qui n'est pas moindre d'un million d'hectares. Le dommage n'est pas le même sur tous les points, sans doute, mais partout il se trouve subordonné aux chances naturelles et incertaines de progrès ou d'arrêt que pourra présenter le développement du mal. Jusqu'ici, le procédé de M. Faucon excepté, l'intervention de l'homme a été peu efficace pour combattre ce nouvel ennemi de la vigne.

M. Maxime Cornu s'est livré, de son côté, à une étude délicate des changements anatomiques subis par les radicelles de la vigne, lorsqu'elles sont attaquées par le *phylloxera*.

Des préparations microscopiques et des dessins d'une rare perfection accompagnent les documents qu'il a transmis à la commission, et forment, sur ce point de l'histoire de la maladie nouvelle, un ensemble qu'on peut regarder déjà comme aussi complet qu'exact.

Ces divers documents trouveront leur place dans les rapports de nos deux délégués, dont le dévouement s'est montré à la hauteur de leur mission et de la confiance de l'Académie.

— M. le Ministre de l'agriculture et du commerce adresse à l'Académie une lettre de M. Édouard Loarer, renfermant une proposition sur laquelle il demande l'avis de la commission du *phylloxera*.

M. Édouard Loarer, ayant observé dans l'Inde et sur ses propres cultures les puissants effets du sulfure jaune d'arsenic dissous dans les alcalis comme moyen de destruction pour tous les insectes, et ayant constaté son innocuité pour les plantes, en propose l'emploi contre le *phylloxera*.

Il se met à la disposition de l'Académie pour exécuter, sur les vignobles qui lui seraient confiés, à ses propres frais, et en répondant de tous les dommages, les expériences qu'elle jugera nécessaires à la démonstration de la vérité.

— Sur le pouvoir que possèdent certaines substances de prévenir la putréfaction et le développement de la vie protoplasmique et de la moisissure; par M. C. Calvert. — Nous publierons ce travail *in extenso*.

— Études sur les types ostéologiques des poissons osseux; par M. C. Dareste. 2e partie.

— Essai sur la théorie des eaux courantes; par M. J. Boussinesq.

— Équation du mouvement d'une courbe funiculaire assujettie à rester plane; par M. Resal.

— M. Sacc adresse une nouvelle note relative à son procédé de conservation des substances alimentaires.

— M. le ministre de l'instruction publique soumet au jugement de l'Académie une série de cinq rapports, avec un résumé, qui lui ont été adressés par M. de Fonvielle, chargé d'une mission en Angleterre pour étudier les effets de la foudre.

— Nouvelles observations sur les lignes de faîte et de thalweg; par M. C. Jourdan.

— Note sur le pourpre de Cassius; par M. H. Debray. Nous publions plus loin cette note *in extenso*.

— Sur la fusion du platine; par H. Violette. Nous publions également plus loin cette note *in extenso*.

— Sur les changements de coloration produits chez les poissons par les conditions d'habitat; par M. de la Blanchère.

— Sur le terrain quaternaire du Sahara algérien; par M. Ch. Grad.

— Recherches sur les propriétés antifermentescibles et l'action physiologique du silicate de soude (suite); par MM. Rabuteau et F. Papillon. — Ces nouvelles expériences confirment la propriété antifermentescible très-puissante du silicate de soude.

— Recherches chimiques sur les feuilles de l'*Eucalyptus globulus;* par M. Rabuteau. L'*Eucalyptus globulus*, employé contre les fièvres intermittentes, renferme-t-il un principe basique, analogue aux alcaloïdes du quinquina? Les recherches de Cloëz, déjà négatives, sont confirmées par celles de M. Rabuteau, qui cite les expériences suivantes :

« L'iodure de potassium ioduré précipite presque tous les alcaloïdes, ce qui rend ce réactif si précieux dans les recherches de chimie pure et de chimie appliquée à la physiologie et à la médecine. Un réactif plus précieux encore que l'iodure de potassium ioduré précipite tous les alcaloïdes connus : c'est l'acide phosphomolybdique. Ainsi, tandis que le réactif iodé ne détermine aucun trouble dans une solution de caféine, l'acide phosphomolybdique donne, dans cette solution, un précipité jaune très-abondant, lors même que la caféine ne se trouve que dans la proportion de $\frac{1}{20000}$, et l'on observe encore un trouble jaunâtre lorsque la proportion de cet alcaloïde n'est que de $\frac{1}{80000}$.

Partant de ces faits, j'ai soumis à l'évaporation, jusqu'à moitié, une teinture alcoolique

de feuilles de l'*Eucalyptus*, dans laquelle une addition d'eau a déterminé une précipitation abondante d'une résine jaunâtre qui a noirci à l'air. Quelques gouttes d'acide chlorhydrique favorisent singulièrement la séparation de cette résine, soluble dans les alcalis, avec lesquels elle donne des résinates, et c'est par suite de la légère alcalinité de la salive que cette même résine, presque insipide lorsqu'elle est pure, se dissocie avec une extrême lenteur, mais en quantité appréciable, dans la salive. On pourrait donc en faire une préparation analogue à certains goudrons médicinaux solubles par l'addition d'un alcalin.

La liqueur séparée de la résine et filtrée contient du tannin, qui la rend astringente et qu'on peut enlever à l'aide d'un sel de fer. Cette séparation n'est pas nécessaire, et, après avoir débarrassé de la résine le liquide supposé contenir l'alcaloïde, ni l'iodure de potassium ioduré ni l'acide phosphomolybdique n'ont donné de précipité.

Une décoction de poudre de feuilles d'*Eucalyptus globulus* dans l'eau acidulée, pour en séparer toute la résine, ayant été traitée par ces réactifs, n'a donné aucune trace d'alcaloïde, d'où cette conclusion que les feuilles d'*Eucalyptus* n'en renferment pas. »

— Recherches sur la théorie physiologique de la fermentation alcoolique par la levûre de bière; par M. A. Béchamp.

— M. Jacquez demande l'ouverture de deux plis cachetés, déposés par lui le 23 novembre 1857 et le 4 janvier 1858. Ces plis, ouverts en séance par M. le secrétaire perpétuel, contiennent deux notes, presque identiques, sur la conservation des matières animales au moyen du borate de soude et des borates en général.

Voici un extrait de la première de ces notes :

« Le borax et le sous-borate d'ammoniaque empêchent, détruisent la moisissure, et conservent parfaitement les matières animales.

En juin 1853, j'avais fait dissoudre à chaud 25 grammes de gélatine (colle forte) dans 100 grammes d'eau, et 4gr.50 de borax. Je fus fort étonné de voir cette solution passer toutes les chaleurs de l'été, dans un flacon débouché, sans présenter aucun indice de moisissure, ni de putréfaction. Au mois d'août de la même année, des morceaux de viande plongés dans une solution aqueuse de borax, à 5 pour 100, y restèrent un mois dans un état parfait de conservation. Ils furent ensuite retirés du liquide et exposés à l'air, où ils finirent par se dessécher lentement, sans s'altérer en rien.

Mon intention était bien alors de pousser mes expériences plus loin; mais l'épidémie cholérique qui désola le pays en 1854 et 1855 me fit perdre de vue les essais commencés.

Je les ai repris dans le courant de l'été dernier, d'abord avec le borax, puis avec le borate d'ammoniaque, qui, étant une fois plus soluble que le premier, me faisait espérer de plus grands avantages. Mon espoir n'a pas été trompé. Enfin j'ai réuni les deux liquides dans une même solution. J'ai employé les proportions suivantes :

Eau de pluie ou de rivière un peu pure..............	100 parties.
Borax du commerce.........................	5 à 6 —
Sous-borate d'ammoniaque...........	10 à 12 —

Le liquide s'emploie tiède pour les injections. »

(Suit la description des deux expériences d'injections, faites sur des lapins tués depuis deux jours, les animaux ont pu être conservés pendant plusieurs mois.)

Le borax pulvérisé sera aussi un très-bon moyen de conservation pour les peaux des animaux et des oiseaux à empailler.

Sa solution seule, ou aidée de celle du borate d'ammoniaque, pourra également remplacer l'alcool avec avantage, dans tous les cas où celui-ci est employé pour la conservation des matières animales. »

Ainsi voici ceux qui célébraient la grande découverte de M. Dumas, obligés de reporter leurs éloges sur M. Jacquez, qui depuis 1854, c'est-à-dire depuis près de vingt ans, avait trouvé la puissance antifermentescible du borax.

Que de choses on trouverait si l'on ouvrait tous les paquets cachetés et surtout si on lisait les mémoires enterrés au secrétariat, renvoyés à des commissions qui ne les ont jamais regardés ou qui ont gardé pour eux les idées neuves qu'ils y ont trouvées, se promettant de les présenter plus tard sous une autre forme, et de s'en parer comme sorties de leur cerveau.

Une grande erreur des auteurs, c'est de faire hommage de leurs travaux à des Académies, qui se contentent de les faire garder dans leurs archives, plutôt que d'en enrichir les recueils scientifiques du jour.

Si les journaux étrangers sont plus fournis de mémoires que les nôtres, c'est qu'on publie tout ce qu'on fait et qu'on n'envoie pas à des Sociétés le fruit de ses recherches dans l'espoir d'obtenir un rapport. Or, les Académies posent en principe que tout travail publié est privé d'un rapport, de là tant de recherches perdues.

Il nous semble qu'un tel état de choses ne peut continuer et nous demandons formellement que le réglement de l'Académie soit modifié, et que les auteurs aient toute leur liberté, sans perdre leurs droits à une approbation académique à laquelle ils ont peut-être tort de tant tenir.

Séance du 4 novembre. — Mémoire sur l'origine solaire probable de l'électricité atmosphérique (1re partie); par M. Becquerel. — Ce mémoire dont l'auteur ne donne qu'un extrait, se compose de quatre chapitres, dont voici les titres :

1er chapitre : Vues générales sur la formation du système solaire; phénomènes physiques et chimiques produits dans les premiers âges de la terre.

2e chapitre : État de nos connaissances sur la constitution physique et chimique du Soleil comparée à celle de la Terre, dans les premiers temps de sa formation.

3e chapitre : De l'électricité atmosphérique et des causes auxquelles on attribue sa producduction.

4e chapitre : De l'origine céleste attribuée à l'électricité atmosphérique.

— Note sur la production de l'alcool par les fruits; par M. Pasteur. — Je dois à la vérité d'annoncer à l'Académie que j'ai été devancé dans ma note du 7 octobre dernier par M. Lechartier, qui a publié, dans le cours de l'année 1869, en collaboration avec M. Bellamy, deux Notes intitulées : la première : *Étude sur les gaz produits par les fruits;* la seconde : *De la fermentation des fruits.* Voici une très-courte analyse des Notes de MM. Lechartier et Bellamy, dans ce qu'elles ont de relatif à mes propres recherches.

M. Lechartier place les fruits (pommes, citrons, cerises, groseilles) dans des éprouvettes à pied qui communiquent avec des éprouvettes plus petites disposées sur la cuve à mercure. Il a trouvé que les phénomènes observés se partagent en deux périodes distinctes. Dans la première, après l'absorption du gaz oxygène de l'air resté dans les éprouvettes, le dégagement de gaz acide carbonique s'effectue d'abord d'une manière uniforme, puis se ralentit et s'arrête pendant un certain temps pour reprendre ensuite avec des vitesses croissantes, supérieures à celles qu'on observe dans la première période.

La première période dure plusieurs mois. Arrivé au terme de cette première période, accusée par le ralentissement du gaz, ou mieux la cessation de son dégagement, M. Lechartier écrase les pommes, les broie dans un mortier, puis les soumet à la distillation. En outre, il observe au microscope soit la pulpe, soit l'intérieur des pommes restées entières. Dans tous les cas il a constaté la formation de l'alcool à la fin de la première période, et il laisse clairement entrevoir que cet alcool n'a pas pu se produire sous l'influence de la levûre de bière. Sous ce rapport, il oppose les faits de la seconde période avec ceux de la première. Dans la seconde période, où le dégagement de gaz reprend, il a observé le ferment alcoolique, développé et bourgeonnant.

Mes recherches diffèrent de celles de M. Lechartier par deux points essentiels : 1° parce que je plonge les fruits dès l'abord dans le gaz acide carbonique, et que je constate la formation immédiate de l'alcool. La présence de l'alcool est très-sensible déjà après vingt-quatre heures. Ce résultat est capital si l'on se place au point de vue que j'ai développé devant l'Académie, savoir : que cette formation de l'alcool est due à ce que la vie chimique et physique des cellules du fruit sec continue dans des conditions nouvelles semblables à celles des cellules des ferments. En outre, j'ai constaté un dégagement de chaleur sensible dans les fruits ainsi traités, comme dans les racines, telles que navets, carottes, betteraves, qui offrent d'ailleurs, dans ces essais, des résultats tout particuliers dont je m'occupe présentement.

— Seconde Note au sujet d'une assertion de M. Fremy publiée dans le *Compte-rendu*; par M. **Pasteur**.

Nous allons emprunter cette discussion aux *Comptes-rendus* malgré sa longueur, parce que les déclarations en sont nettes de part et d'autre et que la séance a été tellement animée qu'il ne faut pas s'exposer à faire dire aux auteurs le contraire de ce qu'ils auraient voulu dire dans le feu de la discussion. Ils ont revu eux-mêmes leur improvisation. C'est donc bien là ce qu'ils pensent sur la question.

M. Fremy, dit M. Pasteur, a écrit dans le *Compte-rendu* de la dernière séance :

> Dans des expériences que j'ai variées à l'infini, j'ai reconnu qu'il était presque impossible de déterminer une fermentation alcoolique, appréciable par ses résultats, dans une seule goutte de suc de raisin, et j'ajoute que cette fermentation doit être plus difficile encore, comme l'a dit avec beaucoup de justesse notre confrère M. Trécul, lorsque cette goutte se trouve noyée dans une quantité considérable de suc soumis préalablement à l'ébullition.

M. Fremy attache une grande importance à cette déclaration. C'est par cette assertion qu'il répond à celles de mes expériences qui démontrent que la levûre qui fait le vin provient de l'extérieur et non de l'intérieur des grains de raisin. Voici la preuve que l'affirmation de M. Fremy est absolument erronée :

J'ai pris une grappe de raisin, je l'ai broyée dans un mortier, puis j'ai introduit séparément dans une série d'ampoules très-petites une goutte de jus. J'ai fermé les ampoules à moitié pleines à la lampe, je les ai portées à une température de 20 degrés. Toutes, après quarante-huit heures, étaient en pleine fermentation alcoolique et montraient au microscope des cellules de levûre en nombre incalculable. Le jus d'autres grappes traitées de même a toujours donné le même résultat, On peut multiplier à l'infini le nombre des ampoules; toutes offrent les indices les plus manifestes de la fermentation. C'est que dans toutes on a introduit des germes de la levûre de la surface des grains ou de la surface du bois de la grappe, tant ils sont abondants.

On peut *noyer* la goutte de jus dans une grande quantité de moût de raisin cuit; le résultat est le même. Toute la masse fermente peu à peu.

(M. Pasteur brise une de ces ampoules devant l'Académie. On entend un petit sifflement dû au dégagement du gaz carbonique comprimé, et l'on voit à la surface de la goutte une couronne de petites bulles; MM. Chevreul, Cl. Bernard, Wurtz, placés à côté de M. Pasteur, constatent facilement ces faits.)

Les moisissures n'apparaissent pas dans ce genre d'expériences. La raison en est facile à donner; nouvelle preuve de l'erreur des raisonnements de M. Fremy.

J'ajoute en terminant que M. Fremy me fait dire dans ses Notes une foule de choses que je n'ai jamais dites. Je n'en relèverai qu'une :

> M. Pasteur, dit-il, nie avec énergie la production des ferments par les moisissures.

Je n'ai rien dit de semblable dans tout le cours de la discussion, soit verbalement, soit par écrit. C'est M. Fremy qui, jusqu'à présent, a voulu établir une distinction absolue entre les moisissures et les ferments.

J'ai si peu nié la production des ferments par les moisissures, que j'ai annoncé que les moisissures pouvaient, à la volonté de l'opérateur, jouer ou non le même rôle que les cellules de la levûre et inversement j'ai donné le moyen de provoquer dans la levûre un mode de nutrition qui la rapproche des mucédinées proprement dites.

M. Fremy cherche sans cesse à déplacer les questions. Voici ce qui est en litige avant tout autre chose : D'OU VIENT LA LEVURE QUI FAIT FERMENTER LE MOUT DE RAISIN DANS LA CUVE DE VENDANGE? M. Fremy répond, sans fournir la moindre preuve, qu'elle provient de l'intérieur des grains de raisin, du suc même du fruit, par une transformation des matières albuminoïdes. Je réponds, et j'en donne la démonstration péremptoire, évidente, que cette levûre provient uniquement de l'extérieur des grains, des poussières en suspension dans l'air ou déposées à la surface des grains ou du bois de la grappe.

C'est dans ce cercle d'affirmations que j'ai la prétention d'enfermer M. Fremy.

— *Observations verbales de* M. **Fremy** *au sujet de la lecture de M. Pasteur.* — Je demande à

présenter quelques observations sur la forme et le fond des communications que M. Pasteur a faites dans cette séance et dans la séance précédente.

La réponse que j'adresse séance tenante à M. Pasteur ne peut pas être complète; il est bien entendu que je répondrai plus longuement à notre confrère, lorsque j'aurai eu le temps de contrôler les expériences qu'il annonce aujourd'hui.

Quant à la forme, M. Pasteur nous a dit qu'il éprouvait toujours un regret véritable lorsque, dans ses improvisations, il dépassait les bornes de la courtoisie. J'accepte certainement avec plaisir cette déclaration de M. Pasteur; je le prierai cependant d'apporter le même esprit de bonne confraternité dans les Notes qu'il imprime et qui, se faisant à tête reposée, ne devraient plus conserver les traces de vivacité qu'une improvisation peut, jusqu'à un certain point, excuser.

J'espère donc ne plus rencontrer désormais, dans les communications de M. Pasteur, des appréciations désobligeantes comme celles que j'ai trouvées dans la Note que notre confrère a fait imprimer dans les *Comptes-rendus* du 28 octobre 1872, et que je reproduis ici :

« *M. Fremy se fait le champion de la science allemande..... On trouve dans les dissertations de M. Fremy tout, excepté ce qui est véritablement en question..... M. Fremy, cherchant à être profond, dit que..... C'est le propre des théories vagues de revêtir des formes diverses..... Ce n'est pas là de la discussion sérieuse*, etc., etc. »

M. Pasteur me permettra de ne pas répondre à des observations présentées sous une pareille forme, et particulièrement à cette insinuation, dont tout le monde comprend l'intention, et qui me fait passer pour le champion de la science allemande : la science allemande n'est pas ici en question; il s'agit simplement de rechercher si, comme le veut M. Pasteur, toutes les fermentations sont produites par les poussières de l'air, ou si elles sont dues, comme je le soutiens, aux ferments créés par l'organisme; en outre, notre confrère devrait savoir que la sience n'a pas de patrie, qu'elle n'est ni française ni allemande, et que la vériré scientifique est de tous les pays.

Je laisse ces questions de forme, auxquelles j'attache, du reste, fort peu d'importance, et j'arrive au fond même du débat.

M. Pasteur nous montre des petits tubes dans lesquels une goutte de suc de raisin est entrée en fermentation; j'affirme de nouveau que, dans de nombreuses expériences que j'ai faites cet été, de petites quantités de suc de raisin ont résisté à la fermentation : je soutiens donc que l'expérience du raisin n'a pas de valeur réelle dans la discussion, et que, lorsque M. Pasteur admet qu'une goutte de suc de raisin extraite du fruit n'entre pas en fermentation parce qu'elle n'a pas reçu des germes de l'air, cette inertie de la liqueur est due à toute autre cause.

Il ne faut pas chercher ici à détourner la question : il ne s'agit pas de déterminer dans quelles conditions une goutte de suc de raisin fermente ou ne fermente pas. L'expérience du raisin, à laquelle M. Pasteur attache tant d'importance, n'est pas celle dont il vient de nous parler; elle consiste à noyer une goutte de suc de raisin, sortant du fruit, dans 100 centimètres cubes environ d'un suc soumis préalablement à l'ébullition; la liqueur ne fermentant pas, M. Pasteur attribue cette inertie à l'absence des poussières de l'air. *L'interprétation de l'expérience que donne notre confrère ne peut pas, selon moi, être admise.* Je soutiens que, si la fermentation ne se produit pas, cela n'est pas dû à l'absence des poussières, mais aux conditions dans lesquelles le liquide fermentescible est placé. La fermentation du liquide, à la suite de la rentrée de l'air ordinaire dans le ballon, est un *phénomène secondaire* qui est produit par les spores de moisissures : le contrôle de l'expérience de M. Pasteur n'existe donc pas.

M. Pasteur me demande de serrer la discussion; je pensais avoir été déjà au-devant du désir de notre confrère dans mes communications précédentes; je vais tâcher cependant de lui donner une nouvelle satisfaction.

Notre confrère s'imagine qu'il sortirait victorieux de la discussion que je soutiens contre lui si l'exactitude des faits qu'il a avancés n'était pas contestée.

M. Pasteur se trompe étrangement sur l'état actuel de la discussion; elle porte non-seulement sur la constatation de certains faits, mais aussi sur leur interprétation.

Si M. Pasteur le désire, j'admettrai l'exactitude de ses expériences, même de celles que je n'ai pas encore contrôlées. *Eh bien! je soutiens que, avec les faits connus, tirés soit des publications de M. Pasteur, soit des miennes, soit de celles des autres observateurs, la théorie de notre confrère n'est plus soutenable.*

Cette affirmation est fondée sur les considérations suivantes :

1° Pour défendre sa théorie, M. Pasteur est obligé d'établir entre les différentes fermentations une distinction que la science repousse : pour lui, en effet, les ferments les mieux caractérisés, tels que la pepsine et la diastase, ne sont pas des ferments véritables, parce qu'ils ne sont ni organisés ni vivants : cette distinction, entre des phénomènes qui se ressemblent, est la condamnation de la théorie de notre confrère.

2° Dans la théorie de M. Pasteur, si les fermentations étaient produites par les germes atmosphériques, elles ne devraient plus avoir lieu en présence d'un air purifié par la pluie ou pris sur une haute montagne; car, d'après notre confrère, un pareil air ne contient plus sensiblement d'organismes ; or, il est incontestable que les fermentations se produisent en tous lieux, aussi bien après la pluie que sur les montagnes les plus élevées.

3° Si l'air contenait, comme le veut M. Pasteur, tous les germes de ferments, une liqueur sucrée, propre au développement des ferments, devrait fermenter et présenter toutes les altérations successives qu'éprouvent le lait ou le moût d'orge; c'est ce qui n'a jamais lieu.

4° S'il existait dans l'air assez de germes de ferments pour expliquer la fermentation du moût du raisin qui se produit en tous lieux, lorsqu'on fait passer de l'air sur du coton, on devrait retrouver sur le tissu les germes que M. Pasteur a constatés sur le grain du raisin; le coton devrait, en outre, présenter toute l'activité d'un ferment énergique : il n'en est rien.

5° D'après la théorie de M. Pasteur, les organismes ne peuvent jamais produire des ferments; or, il est bien établi que les corps organisés, comme les moisissures, engendrent de véritables ferments.

6° M. Pasteur avait toujours soutenu que les fermentations ne pouvaient s'effectuer que par l'action des corpuscules qui se trouvent en suspension dans l'air.

J'ai démontré il y a déjà longtemps que, lorsque l'on abandonne des grains d'orge dans de l'eau sucrée, il se produit, dans l'intérieur du fruit, une fermentation intracellulaire incontestable : il en sort des cellules de ferment et du gaz carbonique.

La fermentation intracellulaire des fruits vient donc donner le dernier coup à la théorie de M. Pasteur.

Notre confrère, voyant que sa théorie des poussières atmosphériques n'est plus applicable aux fermentations intracellulaires, a recours alors à une interprétation théorique inadmissible : il soutient que la production de l'alcool dans les cellules d'un fruit n'est pas une fermentation, parce qu'il ne retrouve pas, dans le suc de fruit, les cellules de levûre qu'il a décrites dans ses mémoires.

J'ai déjà répondu à cette singulière argumentation qui appartient plus à la scolastique qu'à a science; j'oppose, en outre, à M. Pasteur la théorie si importante de M. Berthelot, qui tend à démontrer que les véritables ferments sont les agents que les organismes sécrètent : ainsi la pepsine est sécrétée par l'appareil digestif; la diastase est produite par l'orge en état de germination.

Dans les fermentations diastasiques et pepsiniques, peut-on voir les ferments? Évidemment non; on n'observe que les organes qui les sécrètent.

En admettant, pour un moment, avec M. Pasteur, que dans les fermentations intracellulaires on ne retrouve pas les ferments connus, cela ne prouve pas que les fermentations n'ont pas eu lieu.

7° La discussion précédente démontre à quel point la définition *des fermentations proprement dites* donnée par M. Pasteur est inadmissible.

Notre confrère nous dit : « Je ne considere comme fermentation véritable que celle qui est « produite par un ferment organisé et vivant. »

Contrairement à notre confrère, je soutiens qu'une fermentation est définie non par le ferment qui la détermine, mais par les produits qui la caractérisent. Je donne le nom de fer-

mentation alcoolique à toute modification organique qui peut, en dédoublant le sucre, produire principalement de l'acide carbonique et de l'alcool.

La fermentation lactique est caractérisée par la transformation du sucre ou de la dextrine en acide lactique.

La fermentation diastasique est celle qui change l'amidon d'abord en dextrine et ensuite en glucose.

C'est ainsi qu'il faut, selon moi, définir les fermentations.

Si l'on fait reposer, comme le veut M. Pasteur, la définition des ferments sur la description des formes que les ferments peuvent affecter, on s'expose aux plus graves erreurs.

8° C'est cette définition des fermentations, reposant sur la forme des ferments, qui fait soutenir à M. Pasteur un principe physiologique qui sera repoussé par tous les naturalistes et dont M. Trécul lui montrera mieux que moi l'impossibilité.

D'après M. Pasteur, une *cellule de ferment alcoolique arrive du premier coup, sans transition organique, à une forme et à des dimensions qui ne varient pas*!

Dans une pareille hypothèse, que deviennent donc les germes de ferments admis par M. Pasteur?

Il me semble qu'ici notre confrère, qui repousse avec tant d'ardeur, comme on le sait, *les générations spontanées*, admet un principe qu'il condamnerait bien vivement chez ses adversaires.

9° En terminant, je tiens à réfuter une sorte d'accusation qui se reproduit souvent dans les communications de M. Pasteur.

Notre confrère me reproche d'être presque seul à soutenir les opinions que j'ai développées dans les communications précédentes.

Je ne sais pas si M. Pasteur a bien le droit d'avancer que *tous les savants* partagent ses opinions sur la génération et le mode d'action des ferments.

Je connais à l'Académie et ailleurs un certain nombre de savants, bien compétents dans les questions qui s'agitent en ce moment, qui sont loin d'être de l'avis de M. Pasteur.

Il ne faut pas oublier que, lorsque j'ai entrepris cette grave discussion sur la génération des ferments, on admettait généralement, d'après les travaux de M. Pasteur, que les poussières atmosphériques étaient les seules causes des fermentations.

Moi-même j'ai professé pendant un certain temps les théories de M. Pasteur.

En répétant les expériences de notre confrère, j'ai reconnu que les faits annoncés n'avaient pas la signification que M. Pasteur leur donnait; je crois avoir démontré qu'il fallait établir une grande distinction entre les phénomènes de fermentation et ceux qui sont dus aux moisissures.

Dans cette discussion, où j'ai commencé par être seul de mon avis, je n'ai pas encore la prétention d'avoir convaincu tout le monde; mais j'ai aujourd'hui l'assurance d'être appuyé par plusieurs savants éminents.

— Réponse de M. Pasteur à M. Fremy. — Je laisse de côté la dissertation que l'Académie vient d'entendre, et je la prie de permettre que la discussion soit maintenue dans le domaine des faits. Montrez donc, dirai-je à M. Fremy, des gouttes de jus de raisin naturel qui ne fermentent pas. Montrez donc des grains d'orge abandonnés dans l'eau sucrée et qui produisent des cellules de ferment intracellulairement.

Pourquoi ne répondez vous pas à l'expérience que je viens de décrire et qui renverse votre étrange assertion au sujet des petites quantités de jus de raisin qui, selon vous, ne peuvent fermenter?

Vous maintenez votre assertion sans apporter aucune preuve, tandis que je m'efforce d'en fournir qui soient claires et concluantes. On ne peut continuer la discussion sous cette forme.

Je propose donc que l'Académie veuille bien nommer une commission qui prononcerait sur l'exactitude de mes expériences, en dehors de toute interprétation de leurs résultats, et sans aucune préoccupation de doctrine.

Voici le programme des huit expériences qui me sont personnelles et dont je demande la vérification :

1° Le moût de raisin cuit ne fermente jamais au contact de l'air privé des germes qui s'y trouvent en suspension;

2° Le moût de raisin cuit de l'expérience précédente fermente quand on y introduit une très-petite quantité de l'eau de lavage de la surface des grains de raisin ou de la surface du bois de la grappe;

3° Le moût de raisin ne fermente pas si l'on y introduit cette eau de lavage après qu'on l'a fait bouillir;

4° Le moût de raisin ne fermente pas si l'on y introduit une très-petite quantité de l'intérieur d'un grain de raisin;

5° Les raisins placés dans une atmosphère d'acide carbonique donnent immédiatement de l'alcool;

6° Dans l'intérieur des grains de l'expérience précédente il n'y a pas de cellules de levûre, alors même que la quantité d'alcool indroduite est considérable;

7° *Les gouttes d'une grappe de raisin écrasé fermentent comme les grandes masses de vendange;*

8° Le moût de raisin naturel filtré donne naissance à la petite levûre que j'ai signalée et figurée dans ma note du *Bulletin de la Société chimique* pour 1862. Elle apparaît de prime-saut avec sa grosseur et *non avec toutes les grosseurs entre le point apercevable et la dimension des bourgeons détachés des cellules.* Cette dernière expérience a pour objet de répondre à M. Trécul, qui, plus logique que M. Fremy, n'hésite pas à déclarer que la levûre peut naître spontanément, à même les matières albuminoïdes dissoutes.

J'espère que l'Académie voudra bien qu'une commission désignée dans son sein vérifie les résultats que j'annonce et en constate l'exactitude, particulièrement l'expérience 7 sur la fermentation des petites quantités de jus de raisin, expérience dont M. Fremy avait fait lui-même le nœud de la discussion, à l'occasion des premières expériences du programme ci-dessus. »

M. Fremy refuse, pour une foule de bonnes raisons qu'il énumère, la proposition de M. Pasteur, mais il lui offre de « *s'adjoindre à M. Trécul et à lui pour examiner en commun les questions* « *théoriques et expérimentales qui les divisent.* »

M. Pasteur n'acceptant pas la proposition de M. Fremy, et M. Fremy celle de M. Pasteur, la discussion en reste là et l'Académie reprend la suite de ses travaux.

— Recherches sur la dissociation cristalline (suite); nouvelle méthode pour étudier l'action coercitive des sels sur l'eau à diverses températures; par MM. Favre et Valson.

— Sur les photographies de la Lune de M. Lewis Rutherfurd. — M. Faye place sous les yeux de l'Académie des photographies extrêmement remarquables de la Lune, obtenues par M. Rutherfurd, savant photographe des États-Unis, qui assiste à la séance. Il n'existe pas en Europe de photographies de la Lune aussi belles; elles sont d'une telle netteté et d'une telle précision que l'on pourrait presque prier les géologues d'aborder, en examinant les roches reproduites, la géologie de notre satellite. M. Rutherfurd photographie l'astre sous la dimension d'une épreuve de 4 centimètres; puis, avec un système d'amplification, combiné de manière à détruire les fâcheux effets de l'achromatisme, il parvient à ces épreuves de 50 centimètres d'une si grande beauté. Les photographies de M. Rutherfurd circulent dans la salle.

— Rapport sur un mémoire de M. le docteur Dufossé, intitulé : *Sur les bruits et les sons expressifs que font entendre les poissons des eaux douces et des mers de l'Europe.* — M. Charles Robin, chargé de ce rapport, reconnaît que le travail considérable de l'auteur est une véritable monographie ; qu'elle a coûté à son auteur de nombreuses recherches et que ce sujet a été, de sa part, l'objet d'observations fort diverses insérées, à plusieurs reprises, dans les *Comptes-rendus.* La Commission, au nom de laquelle parle M. Ch. Robin, propose en conséquence à l'Académie de le remercier de ses savantes communications.

— Théorie élémentaire des intégrales d'ordre quelconque et de leurs périodes, par M. Max. Marie.

— Effets de la foudre sur les arbres. — M. Colladon, de Genève, adresse une note relative aux effets de la foudre sur les arbres. De l'analyse rapide présentée par M. le Secrétaire perpétuel, on peut déduire de ce travail quelques faits importants.

M. Colladon dit d'abord que lorsque l'on voit sur un arbre une déchirure, un trou, on se

trompe grossièrement en considérant cette plaie comme le point de l'arbre qui a été frappé par la foudre. Ce n'est pas par là que le fluide électrique pénètre dans l'arbre, c'est au contraire par là qu'il en sort ; l'électricité entre par les feuilles, les branches, descend par le tronc et s'échappe par le trou ou la plaie qui signale son passage à l'observateur. L'électricité descend en ligne droite dans certains cas et si les fibres de l'arbre sont rectilignes ; si elles sont, au contraire, obliques, si elles marquent une ligne un peu en spirale, c'est cette voie contournée que suit toujours l'électricité.

M. Colladon a fait le relevé des coups de foudre dans les vignobles suisses, là où les échalas qui soutiennent la vigne forment autant de points de décharge régulièrement espacés. Il a constaté que les régions foudroyées présentent toutes un espace circulaire où les effets de la foudre sont très-nets. On dirait que le fluide s'est abattu sur la vigne en suivant les génératrices d'un cône. Au centre, les ceps sont absolument ravagés ; ils sont tués ; puis le mal devient moindre par zones circulaires successives jusqu'à être absolument nul.

Le diamètre du cercle ravagé peut atteindre jusqu'à 20 mètres. Il résulte de ces observations une appréciation très-exacte de la sphère d'action d'un coup de foudre. On voit en effet que là où les échalas sont nombreux, où les décharges peuvent être par conséquent facilitées, le coup de foudre peut étendre ses ravages sur un espace circulaire de 20 mètres.

M. Becquerel fait observer, à ce propos, que des expériences qu'il a réalisées il y a un an on peut conclure que la plus petite décharge tue rapidement les feuilles des végétaux ; par conséquent, les observations de M. Colladon sont très-exactes et permettent de juger de la sphère d'action de la foudre avec une approximation considérable. Il suffit même de faire éclater sur certains pétales de fleurs la petite étincelle qne donne un morceau de cire frotté, pour décolorer la fleur. La corolle d'une pensée peut ainsi perdre sa couleur naturelle.

— Études sur les types ostéologiques des poissons osseux (troisième partie) ; par M. Dareste.

— Nouveaux procédés d'analyse médiate des roches et leur application aux laves de la dernière éruption de Santorin ; par M. Fouqué.

— M. de Wissocq adresse une note intitulée : *Considérations sur l'utilité du sulfure de calcium et de l'hydrogène sulfuré.* — Suivant l'auteur, le sulfure de calcium, enterré au pied des vignes, doit avoir pour effet de détruire le phylloxera, en donnant naissance à de l'acide sulfhydrique, grâce à l'humidité du sol et aux dégagements lents d'acide carbonique qui s'y produisent.

— Éléments et éphémérides de la planète (125) découverte à l'Observatoire de Paris ; par M. Henry, calculés par G. Leveau.

— Mémoire sur la théorie des équations à différences partielles du second ordre à deux variables indépendantes ; par M. Maurice Lévy.

— Note sur les courants accidentels qui naissent au sein des lignes télégraphiques dont un bout reste isolé dans l'air (suite) ; par M. Th. du Moncel.

— Photomètre fondé sur la sensation du relief ; par M. Yvon.

— Action d'un couple cuivre-cadmium sur une solution de sulfate de cadmium ; par F. Raoult.

— Formules pour les lois de teinture. (Numéros des nuances chevreuliennes liés aux doses d'agents générateurs) ; par M.-P. Havrez. — Ce mémoire très-savant est fait dans l'esprit des mémoires de M. Chevreul, et le savant doyen de l'Académie, qui reconnaît avec satisfaction qu'il aura un successeur dans M. Havrez, l'accueille avec empressement et le fait insérer *in extenso*, malgré le règlement qui n'accorde que quatre pages aux étrangers. Ce mémoire a douze pages pleines.

— Des allures du cheval, étudiées par la méthode graphique ; par M. J. Marey.

— Sur le pouvoir que possèdent plusieurs substances, d'arrêter la putréfaction et le développement de la vie protoplasmique ; par M. Crace-Calvert (suite).

— Sur les propriétés fébrifuges et antipériodiques des feuilles du laurier d'Apollon (*laurus nobilis*) ; par M. G. Doray, de Saint-Lô. — L'auteur nous a promis des détails sur les expériences très-convaincantes qu'il a faites. — Des échantillons sont envoyés aux médecins qui désirent expérimenter moyennant une remise de 25 centimes.

— Sur les causes des fièvres intermittentes et les moyens de les combattre ; par E. Fer-

RIÈRE. — Vu son importance, nous publierons cette note *in extenso* à la suite des mémoires de M. Calvert.

— Sur les propriétés antifermentescibles du silicate de soude ; par M. PICOT. — L'auteur, partant des expériences de MM. Rabuteau et Papillon, les multiplie de son côté et en reconnaît toute l'importance et la véracité. M. Picot, en continuant le travail de ces messieurs, leur évite donc une perte de temps ; reste à savoir si les premiers auteurs n'auraient pas préféré qu'on leur laissât achever seuls leur travail.

— Sur le *Capreolus du Zonites Algirus ;* par E. DUBREUIL.

— Sur la reproduction et le développement du poisson-télescope, originaire de la Chine ; par M. CARBONNIER.

— Des étranglements annulaires et des segments inter-annulaires chez les raies et les torpilles ; par M. RANVIER.

— Étude sur les larves de mouches qui se développent dans la peau de l'homme, au Sénégal ; par M. BÉRENGER-FERAUD, médecin en chef de la marine, au Sénégal, présentée par le baron LARREY.

— M. CHEVREUL fait hommage à l'Académie, au nom de M. PAUL DE GASPARIN, d'un excellent travail imprimé portant pour titre : *Traité de la détermination des terres arables dans le laboratoire.* Nous avons reçu également cette brochure et en avons apprécié les excellentes méthodes d'analyses données par l'auteur.

Séance du 11 novembre. — M. LE MINISTRE DE LA GUERRE adresse à l'Académie l'important travail de M. le capitaine PERRIER, relatif à la détermination d'une grande chaîne géodésique en Algérie, et lui demande de vouloir bien faire connaître dans une prochaine séance la nature, l'importance et les difficultés du travail accompli, le degré de précision des observations, et la confiance que doivent inspirer les résultats obtenus par MM. Versigny et Perrier.

— M. FAYE, après la lecture de la lettre de M. le Ministre de la guerre, retrace à grands traits l'historique des travaux géodésiques en Algérie. Le réseau entrepris par MM. Perrier et Versigny n'a pas moins de 950 kilomètres de longueur. La précision de leur travail est extrêmement remarquable et ne laisse rien à désirer.

M. le capitaine Perrier devant prochainement faire une communication personnelle à l'Académie, nous attendrons, dit M. FAYE, qu'il ait lu son travail pour en donner une analyse plus complète.

— Mémoire sur l'origine solaire de l'électricité atmosphérique (2e partie); par M. BECQUEREL.

— Lettre de M. FAYE à M. BECQUEREL sur l'origine solaire de l'électricité atmosphérique.

— Détermination des variations séculaires des éléments des quatre planètes : Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune; par M. LE VERRIER. Le célèbre astronome explique l'importance de son travail et nous apprend qu'on y trouvera les valeurs des éléments pendant 2000 ans, à partir de 1850, déterminées avec toute la précision que réclameront les travaux astronomiques.

Ainsi voici de la besogne faite pour jusqu'à l'année 4850. Qui vivra verra.

— Remarques sur l'origine des levûres lactique et alcoolique; par M. TRÉCUL. — M. Pasteur aura de la peine à avoir raison de M. Trécul; il reste attaché à sa peau : c'est une vraie gale autrement tenace que M. Fremy. Voici comment il termine son attaque d'aujourd'hui :

« Ce sont toujours, suivant M. Pasteur, les germes du *mycoderma vini,* tombés de l'air sur le raisin, qui engendrent la levûre. Mais il ne nous dit pas à quels caractères on peut les distinguer des cellules et des spores de champignons auxquels ils sont mêlés. Il serait surtout nécessaire de les différencier de ces spores de *penicellium* que j'ai vues germer sur le raisin, où elles prennent aussi l'aspect de la levûre alcoolique, lesquelles spores peuvent en réalité se changer en levûre, quand elles sont placées dans des conditions favorables.

Il me paraît évident que la différence d'opinion qui existe sur ce point entre M. Pasteur et moi se trouve dans la circonstance suivante, savoir : que quelques-unes seulement des spores ou cellules de champignons qui sont à la surface du raisin se transforment en levûre

alcoolique, et que ce sont elles que M. Pasteur regarde comme les germes du *mycoderma vini* et de la levûre.

Ce malencontreux germe cause de bien grands embarras à notre confrère. Aussi m'est-il difficile de concevoir pourquoi cet habile expérimentateur attache tant d'importance à prouver son autonomie. Voyez donc dans quelle contradiction il est entraîné. Il admet que ce prétendu germe produit à la fois deux sortes de levûres dans la cuve du vigneron. En outre, dans la dernière séance, lorsque je lui faisais observer que la levûre alcoolique peut commencer par des granulations pontiformes, M. Pasteur répondit que la petite levûre seule est formée de prime-saut avec son volume habituel. Et cependant le même observateur nous disait dernièrement qu'il y a sur le raisin un germe qui se ressemble à s'y méprendre au *mycoderma vini* et à la levûre.

Puisque ce germe leur ressemble à s'y méprendre, il a donc le volume de ce *mycoderma* et de cette levûre; par conséquent, il doit les produire de prime-saut avec ce volume initial. D'un autre côté, M. Pasteur dit que « la levûre de raisin est identique à la levûre de bière à « fermentation basse des bières dites *allemandes.* » J'ai puisé moi-même de la levûre dans une cuve de bière dite *de Bavière,* qui fermentait à + 10 degrés, et je n'ai trouvé de différence entre cette levûre et la levûre ordinaire, prise le même jour dans la même brasserie, que dans le diamètre moyen qui était un peu plus fort pour la levûre de Bavière que pour l'autre variété, le diamètre maximum restant le même chez les deux.

Eh bien! je puis prouver que la levûre de bière peut commencer par des granulations d'une extrême ténuité. En outre, j'ai souvent eu l'occasion de voir la levûre alcoolique se développer dans des liquides de nature différente, et toujours je l'ai trouvée débutant par de fines granulations.

On le voit, l'hétérogénie, c'est-à-dire la transformation de la matière en des êtres organisés, sous l'influence des milieux, nous poursuit dans toutes nos recherches. Elle se présente sans cesse; nous ne pouvons l'éviter. M. Pasteur le sent bien; aussi veut-il se renfermer dans la démonstration de ses huit nouvelles propositions, qui ne sont pas toutes inattaquables. Je ne sais si un chimiste peut s'en contenter; elles ne sauraient suffire à un botaniste. Il faut à ce dernier qu'il sache ce qu'est ce prétendu germe du *mycoderma vini,* et si la levûre a quelque parenté avec des végétaux connus. Je crois qu'à cet égard on est plus près de la vérité qu'on ne le croit généralement, et qu'il est aisé de démontrer que la levûre de bière et aussi la levûre lactique ne sont que deux des formes si diverses que peut affecter le *penicillium.*

— M. Pasteur répond ainsi à M. Trécul :

M. Trécul traite particulièrement deux points principaux dans la lecture que l'Académie vient d'entendre : celui de la transformation de la matière albuminoïde dissoute en cellules de levûre par voie de génération spontanée ou d'hétérogénèse, et en second lieu celui de la transformation des spores du *penicillium glaucum* en levûre alcoolique de la bière.

Je ne puis que reproduire ce ce que j'ai écrit sur ces deux sujets :

1° Lorsque dans du moût de raisin naturel, préalablement filtré, une levûre apparaît, il n'y a pas tous les passages entre le point apercevable et la dimension des cellules de levûre ou des bourgeons détachés de ces cellules, comme cela serait nécessaire dans l'hypothèse de M. Trécul;

2° Je n'ai jamais pu obtenir la transformation certaine du *penicillium* en levûre de bière ou de raisin, pas plus qu'on n'obtient celle du *mucor mucedo* en ces mêmes levûres; mais j'ai bien reconnu les causes d'erreur possibles dans ce genre d'observations, causes d'erreur que M. Trécul, selon moi, n'aura pas suffisamment écartées.

— M. Trécul réplique à M. Pasteur et renouvelle qu'il a très-bien vu ce que M. Pasteur conteste.

— M. Fremy prend à son tour la parole, et nous allons reproduire cette discussion d'après le *Journal officiel :*

M. Fremy. — M. Pasteur me permet-il de lui poser une question? Il admet que les cellules sont vivantes; elles proviennent d'un germe; donc, comme toujours, le germe a dû produire un embryon, lequel a grandi progressivement jusqu'à atteindre son volume définitif. Com-

ment donc concilier la théorie des germes de M. Pasteur avec son autre théorie de l'apparition des cellules de levûre de prime-saut? Il y a contradiction . ou il y a germe et apparition successive de granulations de grosseurs différentes, ou il n'y a pas germe, et les cellules naissent spontanément avec leur volume définitif. On ne peut pas sortir de là.

M. Pasteur. — Si, très-simplement, comme vous allez voir.

M. Fremy. — Permettez, encore un mot. Ainsi, voilà des cellules dont vous considérez la grosseur comme invariable, et des cellules qui vivent et naturellement croissent : pour vous, elles sont invariables. Je ne savais pas encore qu'il existât des êtres organisés qui vivaient sans se développer.

M. Pasteur. — Sans se développer, non, le mot est impropre; sans grossir, oui, ce qui n'est pas du tout la même chose.

M. Fremy s'étonne beaucoup de ce que la levûre naisse d'un germe atmosphérique et qu'on ne voie pas ce germe passer par tous les états de grandeur. Il voit partout des impossibilités. S'il s'agit des fermentations à de grandes hauteurs, là où l'atmosphère est pure, il me demande : Mais d'où voulez-vous que viennent vos germes à de pareilles altitudes? Sont-ils assez intelligents pour savoir que l'on va faire une expérience de fermentation, et vont-ils monter d'eux-mêmes et se faire ensuite assez complaisants pour retomber à point nommé dans la liqueur fermentescible? Évidemment non : les germes n'ont pas fait ce voyage compliqué. C'est l'expérimentateur lui-même qui les apporte. Si du raisin fermente à de grandes hauteurs, c'est que sur le grain et le bois de la grappe se trouvaient, comme je l'ai prouvé, des multitudes incalculables de germes de levûres. C'est bien simple, on le voit. De même aujourd'hui, comment, me demande M. Fremy, y a-t-il germe et à la fois apparition spontanée en quelque sorte de cellules toutes formées? L'explication est toute naturelle, et M. Fremy serait étonné lui-même de sa simplicité, mais je préfère la lui donner plus tard et à mon heure.

M. Fremy. — Tout cela est très-bien, mais je ferai remarquer cependant à l'Académie que M. Pasteur ne répond pas à ma question très-nettement posée. Il ajourne sa réponse, comme il avait ajourné autrefois l'indication de son expérience sur les grains de raisin. Il s'agit de montrer une cellule qui naît d'un germe arrivant brusquement à son volume définitif.

M. Pasteur, *allant au tableau.* — Eh mon Dieu! je vais vous donner de suite ma solution, puisque vous y tenez tant.

Et il figure à la craie un grain de levûre. Voyez maintenant, à la surface du grain, ces points qui grossissent et qui restent adhérents. Regardez toujours; voilà tout autour du grain primitif toute une série de granulatrices qui s'accroissent et se développent. Regardez encore. Ah! ils ont atteint à peu près leur volume définitif; voilà des grains de levûre; seulement, ils sont adhérents à la cellule mère. Tout à coup, la séparation se produit, les jeunes grains quittent la cellule mère et vont nager dans le liquide. Vous les trouvez par conséquent isolés et ayant de prime-saut la grosseur du grain de levûre. Eh bien! est-ce qu'il n'y a pas eu accroissement d'un germe, et cependant est-ce que les globules ne se montrent pas dans la liqueur tout à coup avec leur volume? Comprenez-vous maintenant que je ne suis pas en contradiction avec moi-même, comme vous le disiez tout à l'heure?

M. Dumas. — Mais ce mode de reproduction est très-commun dans la nature.

M. Pasteur. — Et certainement; je n'ai rien inventé du tout. Maintenant, je vais lire la note que j'avais préparée en réponse à M. Fremy, et tout serait, je l'espère, déjà terminé si on ne m'avait pas interpellé. Et M. Pasteur lit sa note, dont voici la substance ;

L'Académie me paraît avoir assez de cette discussion; eh bien! je déclare, quant à moi, être parfaitement satisfait dès que M. Fremy admet l'exactitude de mes expériences. Ce que je défends ici, c'est avant tout les faits. M. Fremy a écrit dans le dernier *Compte-rendu* qu'il les admettait, c'est tout ce qu'il me faut. Les doctrines s'affirmeront ensuite : en ce qui me concerne, je considère donc la discussion comme close.

— Etudes sur les types ostéologiques des poissons osseux (4e partie); par M. Dareste.

— M. Berthelot prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à l'une des deux places actuellement vacantes dans la section de physique.

— Découverte de deux nouvelles petites planètes (126) 127), faites à l'Observatoire de Paris, dans la nuit du 5 au 6 novembre; par MM. Paul Henry et Prosper Henry.

— De l'accélération dans le déplacement d'un système de points qui reste homographique à lui même; par H. Durrande.

— Sur la composition du chlorure de chaux; par M. J. Kolb. — Cette note est un éreintement complet de ce que notre ami Crace-Calvert a publié dernièrement dans les *Annales de chimie et de physique* sur la composition des poudres de blanchiment.

— Sur les causes de déperdition du sodium dans la préparation de la soude par le procédé Leblanc; par M. A. Scheurer-Kestner. — Ce mémoire est très-important; la première partie a été adressée à l'Académie dans sa séance du 20 juin 1870. Nous espérons qu'un rapport d'ensemble sera fait de ces deux mémoires par M. Balard, et qu'il nous sera donné alors de le publier.

— Sur les combinaisons neutres de la mannite et des hydrates; par M. G. Bouchardat.

— Recherches sur la santonine; par L. de Saint-Martin. — La santonine est le principe actif du *semen-contra*. On la prépare, depuis quelques années, sur une vaste échelle pour les usages thérapeutiques. Les réactions de ce principe ont été encore peu étudiées. Elle était restée en dehors de toute classification méthodique jusqu'au *Traité élémentaire de chimie organique*, de M. Berthelot, qui l'a rapprochée de cette grande classe de composés organiques qu'il avait instituée en 1860 sous le nom de *phénols*. J'ai entrepris l'étude approfondie de cette substance, afin d'en fixer la fonction chimique. Mon étude comprend les objets suivants : réactions de réduction, d'oxydation et de dédoublement. Je parlerai seulement aujourd'hui de quelques actions réductrices.

— Recherches physiologiques sur certains points de la physiologie des nerfs pneumogastriques; par MM. Legros et Onimus.

— Recherches expérimentales sur le fonctionnement du cerveau. — M. Dumas communique brièvement les conclusions d'un mémoire de M. le docteur Edouard Fournié, médecin à l'institut des sourds et muets, que l'heure avancée de la séance ne permet pas à l'auteur de lire lui-même. Il s'agit de curieuses recherches sur le fonctionnement du cerveau. Voici en substance la communication de l'auteur. Il pratique un petit trou sur un point variable du crâne au moyen d'une sorte de vilebrequin, puis à travers ce trou il introduit l'aiguille de la seringue de Pravaz jusqu'au point du cerveau qu'il veut détruire, et il pousse l'injection caustique (chlorure de zinc coloré en bleu). La partie touchée est détruite, elle ne remplit plus ses fonctions. On examine, après que l'animal s'est reposé, quels sont les symptômes qu'il présente, puis on sacrifie l'animal et l'on retrouve facilement la partie lésée par la coloration bleue des tissus perforés. Partant de là, M. le docteur Fournié trouve que la perception *simple* se fait dans les couches optiques, que la perception *distinguée*, la *mémoire* réclament la périphérie corticale, que la lésion des circonvolutions ne s'accompagne pas de paralysie des membres, mais seulement d'affaiblissement.

Il a opéré sur quarante chiens, et les expériences, toutes concordantes, lui ont démontré que le centre de perception organiquement représenté par les couches optiques se trouve placé entre deux sources d'excitation qui mettent toutes deux ses *propriétés percevantes* en évidence; d'un côté, les causes impressionnantes qui lui viennent à travers les nerfs; de l'autre, les causes impressionnantes qui lui viennent à travers les fibres blanches du noyau de l'encéphale; par les premières, il sent sa manière de vivre actuelle; par les secondes, il sent ce qu'il sentit et comment il vécut antérieurement. M. Fournié se propose de poursuivre ses premières recherches dont tous les physiologistes et les psychologues comprendront le vif intérêt.

— Recherches sur la fonction et la transformation des moisissures; par M. Béchamp. — Après une longue série d'expériences qu'il décrit, l'auteur termine ainsi :

« Je crois ne pas me faire illusion en soutenant que ces expériences confirment la manière de voir que j'exprimais en commençant cette note : les moisissures sont des ferments. Enfin les résultats négatifs que j'ai rapportés, et ils ne sont pas les seuls, prouvent une fois de plus qu'il est possible de réduire à zéro l'influence des mycrozimas atmosphériques, sur quoi j'insisterai dans une prochaine Note.

— De la fermentation des fruits. Note de MM. Lechartier et Bellamy. — M. Pasteur a déjà donné, dans une des précédentes séances, un apperçu de ce travail.

— Arguments propres à éclairer la question des fermentations; par M. A. Gaudin. — Dans cette Note, destinée en partie à annoncer la publication de la théorie moléculaire complète qui s'appellera l'*Architecture du monde en atomes*, M. Gaudin nous dit qu'il existe dans son futur petit volume un chapitre consacré à la détermination de la distance des atomes chimiques qui composent les molécules de tous les corps. « A l'aide d'une suite de raisonnements que je crois, dit-il, irréfutables, je suis arrivé à conclure que cette distance était *un cent millionième de millimètre.* »

Il paraît que connaissant d'une manière irréfutable la distance des atomes, M. Gaudin, *de fil en aiguille*, comme on dit dans le grand style, est arrivé à expliquer complètement les mystères de la fermentation

— Dosage du manganèse dans les sols et dans les végétaux; par M. A. Leclere. — L'auteur convertit le manganèse en permanganate, et, au moyen d'une liqueur titrée d'azotate mercureux, calcule la quantité de manganèse par la conversion de l'azotate mercureux en azotate mercurique.

— M. J. Gérard adresse des observations concernant divers problèmes de tracés géométriques, que l'on trouve résolus dans certaines algues microscopiques.

— M. le comte Jaubert, académicien libre, a donné et maintenu sa démission. — L'Académie des sciences, qui a eu le tort de le nommer dans le temps, procédera à son remplacement.

DE LA PEPSINE.

NOUVELLE MÉTHODE PRATIQUE POUR LA PRÉPARER. — PROPRIÉTÉS ET POUVOIR DIGESTIF DE CETTE SUBSTANCE.

Par E. Scheffer.

Les diverses méthodes données par plusieurs auteurs pour préparer la pepsine me paraissent s'appliquer surtout à des expériences de laboratoire, et elles sont si compliquées qu'on s'explique facilement la différence qui existe dans les caractères des divers produits. Le physiologiste peut très-bien ne pas reculer devant les difficultés inhérentes à ces procédés, mais il serait impossible au fabricant, même doué de la meilleure volonté, de les surmonter avec succès.

On trouve dans le dernier volume (1870) du *Manuel de chimie* de Léop. Gmelin, sous le titre pepsine, la définition suivante : « La pepsine du commerce consiste soit dans le mucus de « l'estomac gratté de la membrane et séché, soit en un mélange de pepsine, de peptone et « d'amidon, avec une petite quantité d'acide lactique. » Quant à dire comment sont préparées ces pepsines du commerce, ce serait chose difficile, car la plupart des manufacturiers ont leur méthode particulière qu'ils gardent secrète. Du reste, en Europe comme en Amérique, le plus grand nombre de ces préparations ont vu le jour pour disparaître aussitôt, parce qu'elles n'ont pas tenu les promesses qu'elles avaient faites.

Dans les travaux que j'entrepris, pendant l'été de 1870, pour expérimenter la pepsine liquide et essayer aussi de la perfectionner, je fis quelques observations qui me parurent avoir quelque utilité pour la préparation de la pepsine sèche. J'avais déjà eu l'intention de préparer cette substance à l'état sec, mais je ne pouvais me résoudre à le faire d'après les procédés longs et assez incertains qui ont été indiqués jusqu'à ce jour.

Suivant les indications qui m'étaient fournies par les observations d'un grand nombre d'expériences, je parvins enfin à obtenir un produit très-satisfaisant.

L'action qu'exercent les solutions saturées de quelques sels neutres alcalins sur différentes substances protéines m'engagèrent à essayer leur effet sur la pepsine. En conséquence, je pris les membranes muqueuses d'estomacs frais de porc, je les préparai dans de l'eau acidu-

lée avec de l'acide muriatique, et le tout, après plusieurs filtrations, forma un liquide jaunâtre opalescent. Des volumes égaux de ce liquide et d'une solution saturée de sulfate de soude me donnèrent, après un parfait mélange, un précipité qui, recueilli sur un filtre, fut ensuite pressé et séché. Une très-petite quantité de cette matière, dissoute dans de l'eau avec l'aide de quelques gouttes d'acide hydrochlorique, opéra la dissolution de l'albumine coagulée. J'essayai ensuite d'autres solutions salines saturées, telles que le sulfate de magnésie et le chlorure de sodium, et aussi une solution de chlorure de chaux du poids spécifique de 1.27.

Ces solutions donnent lieu à des précipités analogues, qui jouissent de propriétés identiques à celles du précipité que l'on obtient avec le sulfate de soude; mais je me suis définitivement décidé à employer le chlorure de sodium comme précipitant, parce que les essais comparatifs que j'ai faits avec les quatre sels différents pour déterminer celui qui fournissait le précipité le plus abondant m'ont donné les proportions suivantes : Chlorure de sodium, 4; sulfate de magnésie, 3 1/2; sulfate de soude, 2; chlorure de calcium, 1. D'où il suit que le chlorure de sodium donne deux fois plus de précipité que le sulfate de soude et quatre fois autant que le chlorure de calcium. Outre son rendement supérieur, le chlorure de sodium mérite la préférence à cause de ses propriétés antiseptiques. Une partie du précipité, formé par le sulfate de magnésie, acquiert, si on le conserve à l'état liquide, une odeur putride après le troisième jour, tandis qu'un précipité humide, formé par le chlorure de sodium et mis exprès de côté pour des expériences, s'est montré en parfait état après une durée de six mois.

Préparation de la pepsine. — Prenant ces données pour base, voici comment je prépare la pepsine : Après avoir disséqué la membrane muqueuse d'un estomac de porc, parfaitement nettoyé et à l'état frais, on la coupe en menus morceaux et on la fait macérer pendant plusieurs jours dans de l'eau acidulée avec de l'acide muriatique, en ayant soin de remuer souvent cette masse pendant la durée de la macération. Si, après filtrage, le liquide n'est pas clair, on le laisse reposer vingt-quatre heures pour permettre au mucus de se déposer. Puis on ajoute au liquide clarifié un volume égal d'une solution saturée de chlorure de sodium, et l'on mélange le tout aussi bien que possible. Après plusieurs heures, la pepsine, séparée de sa solution par le chlorure de sodium, se met à flotter à la surface, d'où on l'enlève avec une cuiller pour la déposer dans un filtre en toile de coton. Elle est enfin soumise à une forte pression, pour la débarrasser autant que possible de la solution salée.

Lorsqu'on la sort de la presse pour la faire sécher à l'air, la pepsine consiste en une substance très-gluante et qui présente des aspects différents, suivant son épaisseur; en feuilles minces, elle ressemble à du papier parchemin, et en couches épaisses à du cuir pour semelles. Sa couleur varie depuis le jaune paille faible jusqu'au jaune brunâtre. Outre un peu de mucus, elle contient du phosphate de chaux et du chlorure de sodium qui n'enlèvent rien à ses propriétés digestives, car ces substances se rencontrent aussi dans le suc gastrique normal.

Pepsine sucrée. — Pour préparer le saccharure de pepsine, on prend cette substance humide telle qu'elle sort de la presse; on la triture avec une certaine quantité de sucre de lait, réduit en poudre fine, et dont on détermine le poids. Lorsque ce mélange a séché à l'air, on le pèse de nouveau; on retranche du tout le poids du sucre de lait, et la différence donne la quantité de pepsine qui s'y trouve. On s'assure alors de la force de cette pepsine sèche en cherchant combien elle dissout d'albumine coagulée, en cinq ou six heures, à la température de 37°.77 C. Puis on ajoute une quantité de sucre de lait suffisante pour obtenir une préparation dont 65 centigrammes soient capables de dissoudre 7gr.77 d'albumine coagulée; c'est cette préparation que j'appelle pepsine sucrée.

Purification de la pepsine. — Désireux d'obtenir de la pepsine à l'état le plus pur, chimiquement pure s'il était possible, j'ai essayé diverses méthodes, mais aucune ne m'a encore donné le résultat que je cherchais. Pour arriver à une plus grande pureté relative, je dissous de nouveau la pepsine, au sortir de la presse, dans de l'eau acidulée; je filtre la solution à travers le papier et précipite encore avec une solution de chlorure de sodium. Le pré-

cipité, pressé et séché, se trouve bien libre de phosphate de chaux, mais il contient encore du sel. La pepsine à l'état de précipité frais se dissout très-rapidement dans l'eau, et l'on ne peut, par conséquent, la débarrasser du sel adhérent par le lavage.

En laissant sécher complétement à l'air une feuille de pepsine qui sort de la presse, cette feuille se couvre d'une pellicule blanche et de petits cristaux de chlorure de sodium, et si on la plonge alors dans l'eau pure très-peu de temps, on peut lui enlever la plus grande partie du chlorure de sodium. Mais l'opération doit être faite très-rapidement, car autrement la pepsine se gonfle d'une manière considérable et perd de sa ténacité. En opérant ainsi, j'ai obtenu de la pepsine qui se dissout dans l'eau acidulée en donnant un liquide clair et incolore; mais comme elle contient encore des traces de sel, je préfère ne la qualifier que de pepsine purifiée.

J'ai obtenu de la pepsine tout à fait libre de chlorure de sodium, et ne laissant pas de cendre à la combustion, en faisant gonfler de la pepsine purifiée dans de l'eau, de manière à former un épais mucilage, et en mélangeant celui ci avec de l'alcool à 95 pour 100. Il se forme un précipité gélatineux, presque transparent; on le met sur un linge, et, après l'avoir lavé avec de l'alcool étendu, on le presse et on le fait sécher. Cette préparation, il est vrai, ne laisse pas de cendre par la combustion; mais je fus cruellement trompé dans mon attente lorsque je m'aperçus que le pouvoir digestif de cette pepsine pure était inférieur à celui de la pepsine purifiée, qui contient encore du chlorure de sodium. Il n'y avait pas à en douter, l'emploi de l'alcool avait enlevé à ma pepsine une partie de ses qualités digestives.

Propriétés de la pepsine. — La pepsine, ainsi que je l'ai déjà dit, est très-soluble dans l'eau à l'état de précipité frais; mais, lorsqu'elle a été séchée à l'air, elle ne se dissout que très-lentement et en très-petite quantité.

Si l'on met cette pepsine sèche dans l'eau, elle se gonfle considérablement et devient parfaitement blanche; si l'on vient à la remuer fortement, elle se sépare en petits flocons qui surnagent le liquide et restent très-longtemps en suspension, tandis qu'il ne se dissout qu'une très-petite proportion de substance.

La solution aqueuse a une réaction presque neutre; elle se coagule par l'ébullition et donne, avec l'alcool, un précipité gélatineux, transparent.

Avec le sulfate de cuivre, cette solution reste d'abord claire et ne devient trouble qu'après plusieurs heures.

Avec le bichlorure de mercure, elle donne immédiatement un précipité blanc;
Avec le tannin, on obtient un précipité blanc très-abondant;
Le nitrate de plomb donne lieu à un précipité blanc.

Le précipité formé par le chorure de sodium est très-caractéristique et aussi plein d'intérêt. Quand on ajoute à une solution claire de pepsine, pas trop concentrée, une solution saturée de chlorure de sodium, il se forme d'abord un coagulum transparent, d'aspect gélatineux, qui disparaît si on le remue, et le liquide devient légèrement opalescent. Peu de temps après, il se trouble, et l'on voit flotter dans son sein de petits flocons qui se transforment bientôt en petits globules transparents et montent à la surface. Quand le liquide renferme très-peu de pepsine, on s'aperçoit à peine de l'opalescence et de l'état trouble de la liqueur; mais, après un peu de temps, les petits globules paraissent à la surface.

La solution aqueuse de pepsine se décompose facilement; après très-peu de jours, les flocons se séparent de la solution claire, augmentent en nombre de plus en plus, et le quatrième jour le tout exhale une odeur fort désagréable.

La solution aqueuse de pepsine n'agit que faiblement sur l'albumine coagulée; une certaine quantité d'albumine, sur laquelle une solution aqueuse de pepsine avait produit très-peu d'action en vingt-quatre heures, fut rapidement dissoute après addition de quelques gouttes d'acide chlorhydrique. Un extrait aqueux de la membrane muqueuse fut aussi essayé et donna le même résultat; avant l'addition de quelques gouttes d'acide chlorhydrique, il ne put dissoudre l'albumine, ce qu'il fit aisément après avoir été acidulé.

Rapport du chlorure de sodium avec le pouvoir digestif de la pepsine. — Par suite de sa préparation, la pepsine sucrée du commerce contient toujours une petite quantité de

chlorure de sodium; dans les expériences que j'ai faites pour obtenir de la pepsine pure' sans chlorure de sodium, je suis bien arrivé à mon but en employant l'alcool, mais le produit résultant a moins de pouvoir digestif que la pepsine purifiée qui contient encore du sel. Il était donc intéressant de déterminer si le chorure de sodium augmente l'action de la pepsine sur l'albumine et s'il accélère sa solution.

Une très-petite quantité de sel, n'excédant pas de beaucoup celle de la pepsine purifiée, loin de contrarier son action, la rend plus énergique; mais une plus forte dose, quoique faible intrinsèquement, retarde son pouvoir dissolvant.

Tandis que $0^{gr}.032$ de pepsine pure dans $56^{gr}.66$ d'eau acidulée dissout $12^{gr}.95$ d'albumine, on ne peut dissoudre beaucoup d'albumine en ajoutant à cette même solution $0^{gr}.32$ de sel; et avec $0^{gr}.64$ une partie de l'albumine n'était pas encore dissoute après trois jours.

Stabilité de la pepsine. — Comme les solutions aqueuses de pepsine se décomposent très-vite, surtout par un temps chaud, il était intéressant de déterminer la stabilité des solutions acidulées. A cet effet, je préparai des solutions de pepsine renfermant $0^{gr}.064$ de pepsine purifiée par $28^{gr}.33$ d'eau pure, et ajoutai respectivement à ces diverses solutions 2, 4, 6, 8 et 10 gouttes d'acide hydrochlorique. Puis je versai une certaine quantité de chacune d'elles dans des fioles bien bouchées avec des bouchons de liége et une autre partie dans des fioles fermées seulement avec du papier. Les solutions contenant 2 gouttes d'acide devinrent boueuses après la première et la seconde semaine, tandis qu'après cinq semaines je ne remarquai aucune trace de boue dans les fioles dont le liquide avait été additionné de 4 gouttes d'acide. Les autres solutions restèrent parfaitement claires, et, lorsque je les examinai six mois après, elles n'exhalaient pas de mauvaise odeur, mais avaient complétement perdu leurs propriétés digestives. L'albumine, placée dans plusieurs de ces solutions, ne fut presque pas attaquée et le chlorure de sodium ne produisit pas le précipité caractéristique.

A $1^{gr}.30$ de pepsine purifiée que j'avais fait gonfler dans $56^{gr}.68$ d'eau, j'ajoutai 10 gouttes d'acide hydrochlorique; la pepsine étant complétement dissoute, il en résulta un liquide légèrement jaunâtre et qui avait la consistance du mucilage officinal de gomme arabique. Mis à part dans une capsule en verre recouverte d'un papier brouillard, ce liquide s'évapora lentement et était réduit, après six semaines, à une gomme transparente et poisseuse qui s'attachait au doigt. J'examinai ce produit après plusieurs mois, et je remarquai qu'il se dissolvait rapidement dans l'eau, en formant une solution claire qui, sans avoir de mauvaise odeur, possédait le goût aigre d'une substance gâtée. Acidulé et étendu au degré qui me sert ordinairement dans mes expériences, il n'eut aucune action sur l'albumine et ne donna pas de précipité avec le chlorure de sodium. D'où l'on pouvait conclure que la pepsine était totalement détruite ou qu'elle était devenue inactive.

Désireux de savoir si la pepsine liquide que j'avais mise de côté huit mois auparavant pour des expériences avait conservé ses propriétés digestives, je l'examinai et reconnus qu'elle dissolvait encore l'albumine, quoique lentement, et qu'elle était également précipitée par le chlorure de sodium.

Il paraîtrait donc que la glycérine employée dans la préparation de la pepsine liquide a pour effet de prévenir la décomposition de la pepsine.

Au printemps, j'avais mis de côté un précipité humide de pepsine, obtenu avec le chlorure de sodium, et dont la consistance permettait le pressage : lorsque j'examinai cette pepsine au bout de six mois, elle avait une bonne odeur, et, après l'avoir séchée, pressée, et vérifiée sous le rapport de ses propriétés digestives, je reconnus qu'elle possédait ces propriétés au même degré que lorsqu'elle venait d'être fraîchement préparée.

Il m'arriva plusieurs fois de voir mon précipité (chlorure de sodium) se geler complétement sur le linge où je l'avais mis à égoutter; mais, après son dégel, il ne se montra pas inférieur en qualité.

Douze mois après leur préparation, la pepsine purifiée et la pepsine sucrée étaient aussi bonnes que si elles venaient d'être préparées; elles n'avaient rien perdu de leur vertu et dissolvaient l'albumine dans le même temps et en même quantité qu'à l'état frais. La seule différence qu'il y ait, c'est qu'en vieillissant la pepsine sèche se dissout un peu plus lentement dans l'eau acidulée.

Action de la pepsine sur le lait. — Comme il est généralement admis encore aujourd'hui, même par la plupart des médecins, que la *présure* de veau a seule la propriété de séparer la caséine du lait, ou, en d'autres termes, de coaguler le lait, il m'a paru intéressant d'essayer sur lui l'action de la pepsine.

Je fis gonfler 32 centigrammes de pepsine sucrée dans un peu d'eau, et la mis ensuite dans 56 centilitres de lait; je remuai le tout et le lait se trouva coagulé en trente minutes.

Étant donnée une solution composée de 0gr.13 de pepsine purifiée, de 2 gouttes d'acide chlorhydrique et de 28gr.33 d'eau pure, il m'a suffi d'en verser 5 gouttes dans 113gr.32 de lait pour le coaguler en vingt à trente minutes, tandis que je n'ai pu coaguler la même quantité de lait en quatre heures avec 10 gouttes d'acide muriatique étendu dans la proportion de 20 gouttes pour 28gr.33 d'eau. D'après des expériences répétées, j'ai calculé que 1 partie de pepsine était capable de coaguler environ 80,000 parties de lait.

La réussite de ces expériences dépend beaucoup de la température; le meilleur moyen est d'ajouter la pepsine au lait quand il est froid et de chauffer le tout lentement. Si l'on ne chauffe pas, la pepsine met beaucoup de temps à produire la coagulation. D'un autre côté, si l'on commence par chauffer le lait (37°.77 C.) avant que d'ajouter la pepsine, celle-ci demande trois ou quatre fois plus de temps pour opérer la coagulation.

Incompatibilité de l'alcool avec la pepsine. — Dans de précédents articles, j'avais mentionné l'incompatibilité de la pepsine et de l'alcool, et avais signalé l'impropriété de la donner sous forme de vin ou d'élixir. Maintenant que j'ai à ma disposition de la pepsine plus pure que je ne l'avais autrefois, j'ai répété mes expériences, qui m'ont fourni absolument les mêmes résultats. Je versai dans sept fioles une certaine quantité d'une même solution de pepsine, de sorte que chacune d'elles contînt la même quantité de pepsine et d'acide hydrochlorique; seulement j'y ajoutai ensuite des composés liquides différents. La fiole n° 1 n'avait que 28gr.33 d'eau pure; le n° 2 contenait 0gr.88 d'alcool et 13gr.28 d'eau; dans le n° 3 je versai 1gr.76 d'alcool et 12gr.40 d'eau, et ainsi de suite, en ayant soin d'ajouter dans chaque fiole 0gr.88 d'alcool de plus que dans la précédente, de sorte que le n° 7 renfermait 8gr.86 d'eau et 5gr.30 d'alcool. Je mis la même quantité d'albumine dans chacune de ces fioles et je les exposai ensuite à une température de 37°.77 C. Après six heures, dans la fiole n° 1, toute l'albumine était dissoute; dans le n° 2, il restait un peu d'albumine non dissoute; dans le n° 3, il y en avait davantage; et dans le n° 4, plus de la moitié; enfin, dans les nos 5, 6, 7, l'albumine avait un peu changé d'aspect, mais sans diminuer de volume. Le contenu des fioles dans lesquelles l'albumine n'avait pas été attaquée exhalait cette odeur sure particulière qui caractérise les matières rejetées par un estomac surchargé de bière ou de vin.

Je fis dissoudre 0gr.032 de pepsine purifiée dans 28gr.33 d'eau additionnée de 3 gouttes d'acide chlorhydrique, et je mélangeai cette solution avec du vin de Sherry. Je filtrai vingt-quatre heures après et ajoutai alors 9gr.70 d'albumine coagulée; je laissai le tout exposé à une température de 40°.55 C., et, après six heures, — temps suffisant pour que 0gr.032 de pepsine purifiée dissolvent dans la solution aqueuse acidulée 16gr.20 d'albumine coagulée, — il restait au moins, sur 9gr.70 d'albumine, les 2/3 qui n'étaient pas dissous. J'ajoutai alors 6 gouttes de plus d'acide hydrochlorique pour porter le liquide à mon type d'acidité, et, malgré tout, il restait encore, après vingt-quatre heures, une grande quantité d'albumine non dissoute.

N'ayant jamais préparé de pepsine par une autre méthode, je ne me crois pas le droit de juger les différents produits fabriqués; mais personne ne contestera que mon procédé ne soit d'une simplicité remarquable. Il est très-probable qu'une méthode compliquée dans laquelle on se sert tour à tour pour préparer une substance de corps énergiques, tels que le mercure, le plomb et l'hydrogène sulfuré, doit amoindrir la qualité du produit. Dans tous les cas, si la pepsine préparée par de semblables procédés conserve encore quelque propriété digestive, cela prouve en faveur de son pouvoir presque inépuisable.

Il est un autre point de ma préparation qui est important et sur lequel j'appelle l'attention : c'est que je n'emploie jamais de chaleur artificielle, soit pour extraire la pepsine des estomacs, soit pour la sécher, et que, dans aucune partie de mon procédé, je n'ai recours à l'évaporation. Soumettre à l'évaporation une substance qui, chauffée plus ou moins, peut donner

la vie ou la mort, me paraît être une opération délicate, peut-être facile dans un laboratoire mais presque impossible industriellement.

Ma pepsine diffère de celle qui est décrite dans le *Manuel* de Gmelin en ce que cette dernière est très-soluble dans l'eau, tandis que la mienne, quoique très-soluble à l'état humide, perd presque complétement la faculté de se dissoudre lorsqu'elle est séchée.

Le précipité de pepsine, combiné avec du peptone, que j'ai obtenu d'une solution de peptone, ressemble davantage à la pepsine décrite par Gmelin, car elle est très-soluble à l'état sec, est complétement précipitée par l'alcool, présente une réaction plus acide et donne une solution claire qui, par l'addition de l'acide hydrochlorique, devient plus trouble que celle de la pepsine pure.

Pour réduire la pepsine à l'état très-divisé, j'ai préféré le sucre de lait à l'amidon, substance que les fabricants français emploient généralement pour cet usage. Mon choix a été basé sur ce raisonnement que le sucre, avec ses propriétés antiseptiques, contribuerait à la stabilité de la pepsine, tandis que l'amidon, surtout à l'état humide, ayant une grande propension à devenir boueux, doit nécessairement amener la décomposition de la pepsine.

Lorsque je commençai de fabriquer la pepsine commerciale, que j'ai appelée pepsine sucrée, je me proposais de lui donner assez d'énergie pour qu'une dose de $0^{gr}.0647$ du saccharure correspondît, sous le rapport du pouvoir digestif, à une petite cuillerée de pepsine liquide; mais, depuis cette époque, j'ai réussi à donner à mon produit une bien plus grande énergie, ainsi qu'on a pu le remarquer par les résultats ci-dessus mentionnés.

Quant à la dose exacte qui convient le mieux à l'estomac de l'homme, c'est une question que je laisse à résoudre aux physiologistes. Suivant Schroeder, le suc gastrique normal de l'homme dissout 24 pour 100 d'abumine coagulée; 32 centigrammes de pepsine sucrée dissolvant, dans une solution acidulée, $3^{gr}.88$ d'albumine coagulée dans l'espace de quatre à six heures, correspondraient à peu près à $14^{gr}.15$ de suc gastrique humain. Sans aucun doute, les bons effets de la pepsine ont des limites; aussi plusieurs centigrammes de pepsine purifiée, dont une dose de $0^{gr}.064$ dissout 32 grammes d'albumine coagulée en six heures, causeraient plus de mal que de bien dans l'estomac humain et pourraient même lui être très-nuisible.

Mais dans cet essai je me suis seulement proposé de relater des faits basés sur des expériences chimiques, heureux de livrer mes observations aux médecins pour qu'ils en déduisent les conséquences thérapeutiques et physiologiques. (*Amer. Journ. of Pharmacy.*)

LA MONNAIE DE PLATINE.

Par M. A. Jouglet.

En présence des progrès incessants de la science chimique, on se demande naturellement pourquoi l'or et l'argent continuent de demeurer exclusivement employés à la fabrication des monnaies de prix. A côté de ces substances précieuses, il existe cependant d'autres matières dont la valeur considérable est reconnue par tout le monde.

Dans ces derniers temps, on a eu l'idée de proposer l'usage d'une monnaie d'aluminium; l'idée n'était pas nouvelle, et il n'a pas été difficile de démontrer que le moderne métal est impropre à la fabrication des monnaies.

La commission chargée d'étudier la question a résumé son opinion dans les termes suivants.

« Il résulte des explications qui nous ont été données, dit le rapporteur, que la valeur « intrinsèque de la pièce de monnaie en aluminium étant supérieure à la pièce de monnaie « en cuivre, l'avantage à retirer par l'État présenterait, si l'aluminium était substitué au « bronze, une différence en moins de 10 pour 100.

« L'État ne fait pas de monnaie pour se procurer des bénéfices, mais quand il s'agit de « monnaies d'appoint telles que le bronze, il est d'une bonne administration de corriger ses

« dépenses par ses recettes, et lorsque les recettes dépassent les dépenses, ce n'est pas un « bénéfice, c'est un excédant de recettes qui est porté en compte, sous le chapitre intitulé : « *Frais de trésorerie.*

« D'un autre côté, introduire dans notre système monétaire un nouveau métal qui a la « couleur de l'argent, ne serait-ce pas créer une source d'erreurs et des contestations de « toutes sortes ?

« Notre sol fournit à bas prix la matière première de laquelle on extrait l'aluminium, « mais les procédés de fabrication sont dispendieux et encore peu connus...... Si une grande « extension était donnée tout à coup à sa fabrication, elle serait sans doute accompagnée « de perfectionnements sérieux dans la conduite des opérations et d'une réduction dans les « frais de production, ce qui entraînerait nécessairement un abaissement correspondant « dans le prix de vente......

« Si ces espérances venaient à se réaliser par suite de l'adoption de la substitution dans « les fabrications des monnaies de l'aluminium au bronze, la perte qui en résulterait pour « l'État pourrait être considérable à l'époque du retrait de cette monnaie : tandis que, quand « on refond la monnaie de cuivre, on retrouve toujours, à peu de chose près, la valeur du » cuivre....... »

Je suis loin de partager toutes les opinions du rapporteur, mais j'admets que la monnaie de l'aluminium est inadmissible dans certaines limites. Toutefois on est arrivé tout récemment à produire des alliages dont il y aura lieu de tenir compte dans un avenir plus ou moins prochain.

L'aluminium de lui-même ne satisfait pas aux conditions essentielles requises pour la fonction monétaire, qui sont : 1° d'être d'une valeur élevée, de manière qu'il en faille une petite quantité pour faire l'équivalent des objets que l'on achète communément ; 2° d'être inaltérable ; 3° d'être homogène, c'est-à-dire toujours égale à soi-même ; 4° d'être aisée à connaître ; 5° de se bien prêter à recevoir une empreinte nette et délicate ; 6° d'être divisible presque indéfiniment, sans que la division en diminue la valeur, et, en même temps, de présenter une grande facilité pour la réunion des parcelles en un seul bloc ; 7° enfin, d'être d'une valeur aussi stable que possible ou aussi peu instable que possible, dans l'espace de temps limité qu'embrassent les transactions du commerce et la plupart des affaires civiles.

Le platine satisfait mieux encore que l'or et l'argent à ces conditions. Malheureusement, jusque dans ces derniers temps la préparation de ce métal était encore dans l'enfance, et c'est tout récemment (1859) que MM. H. Sainte-Claire Deville et Debray ont substitué à l'ancien procédé de Wollaston une méthode véritablement industrielle (1). Grâce à ces innovations, on arrivera, par l'exploitation régulière et suffisante des gisements connus, à produire des quantités importantes de ce métal appelé à un avenir important.

Les gisements principaux se rencontrent dans les terrains d'alluvion de l'Amérique du Sud (Colombie) et dans l'Oural ; dans ces derniers temps, on a aussi trouvé du platine natif au milieu de l'or de rivières en Californie, dans les montagnes de l'Orégon, au Brésil, à Haïti, ainsi qu'en Australie et dans l'île de Bornéo, et enfin récemment en Norwége, sur le territoire de Roeraas. Il résulte des recherches de Pettenkofer que le platine est beaucoup plus généralement répandu qu'on ne l'avait cru jusqu'à présent.

Les qualités du platine, connues de tout le monde, peuvent se résumer dans les termes suivants. C'est un métal d'une blancheur un peu terne, inaltérable, malléable, ductile, difficilement fusible, s'usant peu par l'usage, ne s'alliant pas en général avec les métaux communs et se prêtant difficilement à la fabrication de la fausse monnaie. Il est très-lourd et sa densité est égale à 21.15.

Fondu et affiné, le platine est un metal aussi doux que le cuivre. En l'alliant avec l'iridium, on a obtenu des médailles remarquables de la composition suivante :

---

(1) La méthode si précieuse des deux savants chimistes a permis de fondre des masses considérables de platine; des industriels anglais ont présenté à l'Exposition internationale de 1862 un bloc massif de platine pur, du poids de 116 kilogrammes et d'une valeur de 85,000 fr., qui avait été fondu d'après le procédé français.

	I	II	III
	—	—	—
Platine	80	90	95
Iridium	20	10	5

Elles ont été laminées à froid et sans recuit avec une extrême facilité, présentant les qualités des métaux les plus ductiles ; elles ont pris sous le balancier un poli aussi parfait que le poli des coins ; en augmentant la proportion d'iridium, on leur a même donné une dureté un peu plus grande que celle de l'or à 0.916. D'autres alliages n'ont pas une moindre importance. Un alliage semblable à l'or relativement à la couleur, l'éclat et l'inaltérabilité a, d'après Bolzani, la composition suivante :

Platine	3
Cuivre	13

Un alliage analogue par les propriétés est ainsi composé :

Platine	2
Argent	1
Laiton	2
Nickel	1
Cuivre	5

Il existe aussi des alliages de platine et d'or dont on fait grand cas. L'or blanc des orfèvres est un alliage ainsi composé :

Platine	200
Or	800

Le rhodium allié au platine forme un alliage qui a beaucoup d'avantages.

Ces résultats obtenus il y a quelques années sont restés dans l'oubli, ce qui du reste se comprend facilement, car à l'époque où ils furent signalés, l'or et l'argent, abondamment répandus sur le marché français, suffisaient amplement à tous nos besoins commerciaux.

Il y a un vieux proverbe qui dit que la nécessité est mère de l'industrie. Il paraît convenir tout spécialement au cas présent.

La nouvelle monnaie de platine ne se prêterait pas facilement à la confusion avec la monnaie d'argent, à cause de son poids considérable ; elle pourrait remplacer la pièce d'or de 100 francs, aujourd'hui très-rare ou même disparue.

A l'heure qu'il est, il existe en France une quantité relativement considérable de ce métal. Elle est reléguée dans les laboratoires de chimie sous forme de creusets, cuillers, cornues, pinces, appareils de distillation pour l'acide sulfurique, etc. (1) Il serait facile de l'en faire sortir, d'autant plus que les outils en platine employés dans les laboratoires se remplacent facilement par des engins plus commodes, plus simples et moins coûteux.

Les statistiques démontrent que l'on consomme annuellement en Europe et dans les autres parties du monde plusieurs centaines de kilogrammes de platine : aujourd'hui, la production annuelle du platine s'élève en moyenne à 2,000 kilogrammes. Il y a quelque temps, une industrie nouvelle, pleine d'avenir, paraissait appelée à en consommer en France plus de 500 kilogrammes par an. Dès que la monnaie de platine serait adoptée, il est évident que les mines de l'Oural et de l'Amérique du Sud fourniraient d'importantes masses de métal.

Le platine que l'on trouve dans le commerce français vient de la Monnaie de Saint-Pétersbourg ; il arrive sous forme de lingots mal affinés, de pièces de monnaie brisées, etc. Il se vend en général à raison de 1,000 francs le kilogramme.

On a déjà pensé à employer le platine dans la fabrication des monnaies et des médailles. La première médaille de platine a été frappée à Paris en 1799 par le graveur Duvivier ; elle portait l'effigie du Premier Consul ; en France on en fait aujourd'hui des médailles commémoratives et des médailles de prix. Dès 1828 on songeait en Russie à en faire des monnaies ; on continua même la fabrication des espèces en platine jusqu'à l'année 1845 ; un décret im-

(1) Une chaudière pour la concentration journalière de 8,000 kilogrammes d'acide sulfurique coûte 62,500 fr. ; une chaudière pour 5,000 kilogrammes coûte 41,000. Le platine nécessaire pour cette dernière chaudière a une valeur intrinsèque de 27,500 fr.

périal (22 juin 1845) démonétisa subitement ce métal. Le rouble de 4 francs pesait 3^{gr}.45; on fixait ainsi la valeur du platine à 5.2 fois celle de l'argent. Le poids total des monnaies fabriquées s'est élevé à 14,250 kilogrammes.

On comprend aisément qu'à cette époque les essais n'aient eu que de l'insuccès. En effet, on ne savait pas encore travailler le métal; ou, du moins, les procédés connus étaient très-défectueux. Aujourd'hui, toute difficulté a disparu et le platine est relativement en abondance. C'est un métal abandonné; ne laissons pas dormir cette richesse précieuse dans un coin obscur; tirons-en parti, et puisse-t-elle contribuer, elle aussi, à faire renaître la prospérité en France!

Cette nouveauté rencontrera des obstacles; c'est le sort de toute idée féconde. Mais n'imitons pas les déplorables exemples qui ont conduit le pays à la ruine; essayons ce qui mérite d'être essayé, et agissons sans parti pris, sans opinion préconçue. Il est vrai que désormais le système si heureusement préconisé par M. Michel Chevalier a triomphé; comme toujours la nécessité, cette grande circonstance, a imposé la magnifique invention du billet de banque; cette incarnation de la confiance est à jamais introduite dans nos habitudes; à chaque jour, à chaque heure elle rappelle que l'heure de la civilisation a sonné, et que la France a inauguré l'ère immortelle du progrès dont le soleil, blanchissant l'horizon gaulois, s'apprête à illuminer le monde!

Mais il n'en est pas moins vrai que les métaux précieux feront longtemps encore bonne figure dans notre système monétaire. C'est à ce titre que je réclame pour le platine des lettres de noblesse, et je ne désespère pas que, si cette idée trouve accès auprès des hommes compétents, elle ne recueille quelques adhésions favorables.

Fusion du platine.

Par M. H. Violette.

Dans les fourneaux de laboratoires, on ne développe généralement pas assez de chaleur pour fondre le platine. La disposition suivante du fourneau à vent ordinaire permet d'opérer facilement cette fusion, et de produire une température excessive, dont pourront disposer à l'avenir les chimistes et les industriels.

Dans la raffinerie de salpêtre que je dirige à Lille, se trouve une grande cheminée en maçonnerie, de 30 mètres de hauteur et de 1^{m}.20 de diamètre; elle sert d'issue à huit grands foyers, surmontés de chaudières, alimentés par la houille, et qui entretiennent un tirage constant et énergique. Une petite porte, ménagée à la base de la cheminée, et ordinairement fermée par un petit mur en briques, permet de pénétrer dans l'intérieur, pour le ramonage ou les réparations. C'est devant cette porte, au pied de la cheminée, que j'ai construit un petit fourneau à vent, dont le volume extérieur ne dépasse pas 1 mètre cube; la grille, composée de barres de fer mobiles, est un carré de 0^{m}.30 de côté. La capacité du foyer est de 45 litres; le carneau, établissant la communication avec l'intérieur de la cheminée, a 0^{m}.20 de côté.

J'ai commencé par employer le coke comme combustible; je me suis servi successivement de creusets de Paris, de Hesse, de plombagine, de chaux; dans chacun d'eux je plaçais, comme témoins de chaleur, une cinquantaine de grammes de pointes et clous en fer. L'opération durait à peine une heure; la combustion était très-active, le tirage violent, sonore, semblable au roulement d'un wagon, l'éclat du feu éblouissant. Or, dans toutes mes opérations, creusets et métal ont constamment fondu, laissant sur la grille un magma de scories vitreuses. J'ai pensé que la cendre du coke pouvait être un fondant suffisant pour déterminer cette fusion; en conséquence, j'ai remplacé le coke par des morceaux de charbon de cornue à gaz d'éclairage, celui qu'on emploie dans la confection des piles de Bunsen; les phénomènes de combustion ont été les mêmes, mais plus intenses; la grille reste nette et libre, sans résidu scoriacé; mais les creusets de Hesse s'affaissent, se déforment en s'aplatissent sur leur fromage. J'ai mieux réussi, enfin, en taillant en creuset un fragment de charbon de cornue à gaz, que j'introduis dans un creuset de Hesse : cet assemblage résiste

assez bien ; le creuset de Hesse fond en partie, mais celui de charbon se maintient droit et intact. C'est dans l'intérieur de ce creuset qu'ayant introduit 50 grammes de platine, partie en mousse, partie en débris, j'ai retiré, après une heure de feu à peine, un culot pesant 50 grammes de platine, parfaitement fondu (1).

Bien des corps doivent se volatiliser à cette température excessive; ils peuvent donner lieu à des recherches intéressantes et peut-être à des résultats utiles. Dans cette pensée, j'ai voulu répéter la belle expérience d'Ebelmen, qui a obtenu l'alumine cristallisée en chauffant longtemps dans un four à porcelaine un mélange d'alumine et de borax. On sait que le saphir, l'opale, le rubis, l'émeraude, la topase ne sont que de l'alumine colorée. Or, en opérant dans mon petit fourneau comme l'a fait Ebelmen, j'ai trouvé mon creuset de charbon, après volatilisation complète du borax, tout tapissé intérieurement d'une couche de petits cristaux durs, translucides et très-brillants, d'alumine cristallisée.

Note sur le pourpre de Cassius.

Par M. H. Debray.

Lorsqu'on verse dans une solution très-étendue de chlorure d'or une solution contenant à la fois du protochlorure et du bichlorure d'étain, on obtient un liquide brun, trouble par réflexion et pourpre par transmission, dans lequel se dépose peu à peu un précipité coloré : c'est le pourpre de Cassius, qui est, comme on le sait, la base de toutes les couleurs d'or employées dans la peinture vitrifiable, pour obtenir les roses, les rouges et les violets.

On obtient encore le pourpre de Cassius dans d'autres circonstances ; sa composition varie avec son mode de préparation, mais, dans tous les cas, elle est telle qu'on peut toujours la représenter par du bioxyde d'étain hydraté et de l'or métallique; sa couleur est aussi d'autant plus foncée qu'il contient plus d'or, mais elle ne diffère pas des tons que peut fournir la précipitation de l'or seul. Aussi Macquer, qui a fait le premier cette remarque, considérait-il le pourpre de Cassius comme un mélange d'or et de bioxyde d'étain hydraté.

Mais Proust ayant remarqué que le pourpre encore humide se dissout dans l'ammoniaque et qu'il ne cède pas d'or au mercure avec lequel on le triture, l'hypothèse du mélange fut généralement abandonnée, et le pourpre de Cassius fut considéré comme une combinaison. La seule manière rationnelle d'envisager la composition de ce corps était d'en faire un oxyde salin, c'est-à-dire un stannate de protoxyde d'étain et de sous-oxyde d'or, ce dernier contenant assez d'oxygène pour transformer le protoxyde d'étain en bioxyde. Cet oxyde salin pouvait d'ailleurs être mélangé d'hydrate stannique, en proportions variables.

Il y a eu, depuis Proust, beaucoup de discussions sur la constitution du pourpre de Cassius; il serait impossible de les résumer convenablement dans une courte Note ; je dirai seulement qu'ils n'ont apporté aucun argument péremptoire ou même nouveau en faveur de l'une ou de l'autre hypothèse, qui sont, à mon avis, également inexactes.

Je considère le pourpre de Cassius comme une laque d'acide stannique (ou métastannique), colorée par de l'or très-divisé; la matière colorante de cette laque est devenue alors insoluble dans son dissolvant habituel, le mercure, comme les couleurs bon teint, dans la teinture ordinaire, résistent à l'eau par suite de leur union avec la fibre des tissus ou avec les mordants. Les expériences et les explications qui suivent justifieront complétement, je l'espère, cette nouvelle manière d'envisager le pourpre de Cassius.

On fait bouillir un mélange de solutions de bichlorure d'étain et d'acétate de soude; le bioxyde se précipite. On verse alors dans la liqueur chaude un peu de chlorure d'or, puis de l'oxalate de potasse; la réduction de l'or s'opère immédiatement; une très-petite quantité de métal se dépose sur le verre, la presque totalité se précipite sur l'oxyde d'étain, qui prend alors la couleur ordinaire du pourpre de Cassius,

On peut produire une coloration tout à fait semblable de l'alumine, en précipitant l'or dans

---

(1) Le platine n'aurait-il pas pris, dans cette expérience, quelques traces de charbon, de silicium, ou même de soufre, qui auraient abaissé son point de fusion? (*Note du Secrétaire perpétuel.*)

une liqueur qui contient de l'alumine en suspension. Pour cela, on ajoute, à du chlorure d'or saturé par de l'acétate de soude, de l'alumine en gelée, et quand le mélange est chaud, on verse un peu d'oxalate de potasse qui détermine la réduction de l'or.

Ces deux laques en suspension dans l'eau, agitées pendant plusieurs heures avec du mercure, n'ont pas perdu leur couleur. Le procédé habituel de préparation du pourpre de Cassius ne diffère évidemment du précédent qu'en ce que l'oxyde et la matière colorante sont précipités en même temps, ce qui est évidemment préférable au point de vue de la beauté de la teinte, et, si l'on peut dire, de la solidité du produit, vis-à-vis du mercure.

Il reste maintenant à expliquer la solubilité de cette laque dans l'ammoniaque. On sait que l'oxyde d'étain précipité à froid est soluble dans l'ammoniaque lorsqu'il est humide, et qu'il perd cette solubilité sous diverses influences, telles qu'une élévation de température, et notamment par la dessiccation : ce sont exactement les mêmes influences qui font perdre au pourpre de Cassius sa solubilité. Il faut bien remarquer, en outre, que, la solution de pourpre de Cassius, qui est toujours trouble par réflexion, laisse déposer lentement de l'or métallique, l'oxyde d'étain restant presque entièrement dissous. Ce fait bien connu est tout naturel, si le pourpre de Cassius est une laque; il est, au contraire, bien difficile à expliquer si l'or est dans le pourpre à l'état d'oxyde, car l'action de l'ammoniaque sur les oxydes des métaux précieux donne toujours des produits plus ou moins complexes, mais ne met jamais le métal en liberté.

Je terminerai par une dernière observation : Mercadieu a remarqué que, dans l'essai des métaux précieux, on obtient une matière très-analogue au pourpre de Cassius, quand on dissout dans l'acide azotique de l'argent contenant un peu d'étain et d'or; comme l'or est inoxydable par l'acide azotique, il en concluait que l'or était à l'état métallique dans le pourpre. Gay-Lussac a repris ces expériences et soutenu la même opinion, mais leur pourpre n'étant pas soluble dans l'ammoniaque, il restait à démontrer, sinon l'identité, tout au moins *l'isomérie* que Gay-Lussac inclinait à admettre entre les deux substances.

On peut démontrer qu'il n'y a de différence, entre le pourpre de Cassius et celui des essayeurs, que celle qui résulte des conditions différentes dans lesquelles le bioxyde d'étain s'est formé : l'oxyde d'étain obtenu par l'oxydation de l'étain à chaud est insoluble dans l'ammoniaque; il en est de même de sa laque; mais si l'on attaque à une douce chaleur l'alliage ternaire d'argent, d'or et d'étain, on obtient un résidu pourpre soluble dans l'ammoniaque. C'est qu'en effet, comme je l'ai vérifié directement, l'oxyde d'étain obtenu dans ces conditions est soluble dans ce réactif.

LES SULFACIDES DES COULEURS D'ANILINE.

Par M. BULK.

La méthode de rendre soluble dans l'eau le bleu d'aniline, par l'emploi de l'acide sulfurique, est due à Nicholsohn, qui l'a fait connaître en 1862. Elle a reçu, depuis cette époque, des applications nombreuses et variées, et, pendant plusieurs années, on a obtenu, par son moyen, un bleu très-soluble. Mais depuis quelque temps on rencontre dans le commerce plusieurs sortes d'autres bleus solubles qui, quoique obtenus, comme l'ancien bleu, par l'action de l'acide sulfurique, en diffèrent cependant essentiellement tant par leurs diverses propriétés physiques et chimiques que par leur solubilité même.

La diversité de l'action de l'acide sulfurique sur le bleu d'aniline et les produits qui en résultent ont été l'objet des recherches de M. Bulk, qui a publié les résultats de ses expériences sur ce sujet dans les *Comptes-rendus de la Société chimique de Berlin* (année 1872, n° 9). D'après ce chimiste, l'acide sulfurique, agissant sur le bleu d'aniline, peut donner des produits différents selon l'intensité de la réaction, et tous ces produits doivent être considérés comme des sulfacides de la triphénylrosaniline, ainsi que l'ont déjà indiqué Hofmann et Kékulé. M. Bulk a démontré l'existence de quatre sulfacides dans le bleu d'aniline, et il en a trouvé quelques-uns dans le bleu du commerce.

Suivant les circonstances dans lesquelles on le fait réagir, l'acide sulfurique donne le sulfate de la triphénylrosaniline, son acide monosulfurique, bisulfurique, trisulfurique ou tétrasulfurique.

Acide monosulfurique. — Lorsqu'on traite du chlorhydrate de triphénylrosaniline par l'acide sulfurique concentré et qu'on refroidit le mélange, on obtient un liquide rouge foncé et il se dégage de l'acide chlorhydrique; en versant ce liquide dans l'eau, il se précipite du sulfate de triphénylrosaniline inaltéré sous forme d'une poudre bleue très-divisée.

Si, au lieu de refroidir la solution ci-dessus, on la chauffe, au contraire, et qu'on l'abandonne, pendant cinq à six heures, à une température de 30 degrés centigrades, elle donne également, dans l'eau, un précipité bleu insoluble dans ce liquide, mais qui diffère du précédent en ce sens qu'il est soluble dans une solution de soude où il produit une coloration rouge; ce dernier précipité est l'acide monosulfurique du bleu d'aniline. Fraîchement obtenu, il forme des masses d'un bleu foncé et qui acquièrent un très-bel éclat métallique par la dessiccation au bain-marie. C'est un acide monobasique; il forme avec les alcalis des sels solubles dans l'eau, peu solubles dans les métaux terreux et dans les métaux lourds; pour obtenir ces sels, il faut traiter par les alcalis caustiques l'acide préparé au moment; peu solubles dans l'eau froide, ces sels alcalins se dissolvent bien, avec une faible coloration, dans l'eau chaude.

Le sel de soude, plus ou moins pur, est connu depuis longtemps dans le commerce sous le nom de *bleu de Nicholsohn* ou *bleu d'alcali*. On l'obtient parfaitement pur en faisant digérer l'acide monosulfurique de la rosaniline triphénylée avec une solution de soude en quantité telle qu'elle ne puisse pas saturer complétement l'acide; ensuite on filtre et on évapore. Desséché à 100 degrés, ce sel est une masse amorphe d'un noir grisâtre; il se dissout dans l'eau chaude avec une couleur bleue.

La coloration des solutions aqueuses des sels en question qui, comme nous venons de le dire, est tres-faible, devient instantanément très-intense lorsqu'on met l'acide en liberté, en acidulant la solution; si on emploie pour cela l'acide acétique, la matière colorante est inaltérable à l'air, à froid; elle est décomposée à chaud par l'acide acétique et à froid par les acides minéraux. La laine attire ces sels de leur solution à l'état incolore, si on y a ajouté du borax ou du verre soluble; les sels ainsi fixés sur la laine y adhèrent avec une tenacité telle qu'ils n'en peuvent être détachés par le lavage à l'eau. Lorsqu'on plonge la laine ainsi préparée dans un acide, le sel est décomposé et la couleur apparaît sur l'étoffe dans tout son éclat et avec une grande intensité tinctoriale; la coloration ainsi produite est due à l'acide monosulfurique de la triphénylrosaniline, qui est ici la véritable matière colorante.

Sous l'influence d'agents réducteurs, cet acide monosulfurique se transforme en la leucaniline correspondante. On obtient cette dernière en faisant digérer pendant deux heures, à la température de 100 degrés, le sel de soude de l'acide dont il est question avec un excès de sulfure d'ammonium. On verse de l'acide chlorhydrique dans ce mélange, et la leucaniline se précipite sous forme de flocons blancs insolubles dans l'eau et les acides, solubles dans les alcalis et l'alcool; traitée par les oxydants, la leucaniline reproduit facilement l'acide qui lui a donné naissance.

Acide bisulfurique. — Lorsqu'on abandonne pendant cinq heures, à la température de 60 degrés, du chlorhydrate de triphénylrosaniline dissous dans six fois son volume d'acide sulfurique, il se forme, en même temps que l'acide monosulfurique de ce corps, son acide sulfurique immédiatement supérieur. En versant la liqueur dans l'eau, la plus grande partie de la matière colorante se précipite, et une partie, relativement très-petite, en reste à l'état de solution d'un beau bleu. Le précipité, bleu aussi, est formé en grande partie par l'acide bisulfurique; la solution contient de l'acide trisulfurique.

L'acide bisulfurique, peu soluble dans l'eau, soluble dans les acides, forme avec les alcalis des sels solubles même dans l'eau froide. Le sel de soude porte dans le commerce le nom de *bleu soluble*. Les divers sels de cet acide sont plus solubles dans l'eau que ceux de l'acide monosulfurique et moins solubles que les sels correspondants des sulfacides supérieurs.

Les sels que l'acide bisulfurique forme avec les métaux alcalino-terreux et avec les métaux

lourds sont, pour la plupart, insolubles dans l'eau et s'obtiennent, à l'état de précipité, en traitant un sel de soude par un sel métallique soluble.

ACIDE TRISULFURIQUE. — L'acide de la triphénylrosaniline trisulfurique se prépare en décomposant la partie liquide de l'acide bisulfurique au moyen de l'acide chlorhydrique ou du sel marin. L'acide se précipite sous forme d'une boue formée de flocons très-fins, soluble dans l'eau et dans l'alcool, et donnant avec l'alcali des sels également solubles.

L'ACIDE TÉTRASULFURIQUE est le sulfacide le plus élevé que puisse fournir l'action de l'acide sulfurique sur le bleu d'aniline; il se produit lorsqu'on fait digérer pendant quelques heures, à 140 degrés, du bleu d'aniline en dissolution dans de l'acide sulfurique fumant. La liqueur versée dans l'eau s'y dissout avec une couleur bleue; on peut enlever l'acide sulfurique de cette solution en la faisant digérer avec du carbonate de plomb. En filtrant et évaporant, on obtient un résidu qui est le sel de plomb saturé de l'acide tétrasulfurique du bleu d'aniline. On purifie facilement ce sel en le dissolvant dans un peu d'eau et en l'en précipitant par l'alcool.

L'acide tétrasulfurique se dissout dans l'eau avec une coloration bleue; desséché au bain-marie, il forme des masses d'un brillant métallique. Ses sels alcalins sont solubles dans l'eau; dans un excès d'alcali, ils se dissolvent avec une couleur d'un brun rougeâtre. Les sels des métaux lourds sont également solubles dans l'eau. Le sel d'argent est décomposé par l'ébullition; il se forme une couche miroitante d'argent métallique. La plupart des tétrasulfates sont insolubles dans l'alcool, qui les précipite de leurs solutions aqueuses.

La soie fixe à peine cette matière colorante en solution alcaline ou neutre; elle la fixe bien dans une solution acidulée.

La leucaniline de l'acide tétrasulfurique s'obtient par un mélange de son sel de plomb avec un excès de sulfure d'ammonium que l'on fait digérer ensemble pendant quatre heures à la température de 160 degrés. Sous le rapport de la solubilité, cette leucaniline est analogue au composé dont elle provient et qu'elle reproduit sous l'action des oxydants.

SULFACIDES DU VIOLET D'ANILINE. — L'action de l'acide sulfurique sur le violet d'aniline est semblable à celle qu'il exerce sur le bleu; mais l'étude de ses résultats n'a pas été poursuivie, parce que les couleurs qu'elle permet d'obtenir sont beaucoup moins belles, et par suite, moins intéressantes que celles que donne le bleu d'aniline.

L'introduction des groupes sulfurés dans la monophénylrosaniline et dans la diphénylrosaniline est aussi, d'après M. Bulk, beaucoup plus difficile à réaliser; la préparation de l'acide tétrasulfurique surtout offre de grandes difficultés, parce que l'acide sulfurique se volatilise longtemps avant que toute la quantité du violet puisse se tranformer en sulfacide.

D'ailleurs l'étude de la réaction de l'acide sulfurique sur le violet d'aniline est presque faite quand on a fait celle du bleu, vu que tous les produits sont, pour ces deux corps, identiques dans toutes leurs propriétés physiques et chimiques. (*Deutsche Industrie-Zeitung.*)

Placage à l'aluminium.

Par M. C. WINKLER.

La fabrication en grand de l'aluminium, due au chimiste français M. H. Deville, a fait concevoir de ce métal des espérances qui, malgré les dix-huit années qui se sont déjà écoulées depuis l'époque où cette intéressante découverte a été rendue publique par son auteur, ne se sont pas encore réalisées. Ces espérances, bien qu'exagérées, n'étaient pourtant pas sans fondement, car l'aluminium est un métal doué de propriétés précieuses : il a une couleur agréable, il est inattaquable à l'air et par les émanations sulfureuses; d'une légéreté extraordinaire, d'une malléabilité parfaite, d'une innocuité absolue; il devait donc naturellement paraître appelé au plus brillant avenir.

Et en effet, l'aluminium pourrait devenir l'un des métaux les plus utiles; et si son usage ne s'est pas généralisé davantage, la cause n'en est pas dans un manque de qualités nécessaires, ni même dans son prix qui, malgré les baisses considérables qu'il a subies dans

les premiers temps, est encore relativement très-élevé ; car l'élévation du prix de l'aluminium ne saurait être attribuée à ce qu'il ne peut encore s'obtenir que par le sodium, vu que ce dernier métal se prépare maintenant, par une méthode sûre, au moyen du carbonate de soude, dont le bas prix permettrait de le produire à bon marché, si, pour satisfaire à une plus grande consommation d'aluminium, on avait à le fabriquer par grandes quantités. Le peu de généralisation de l'emploi de l'aluminium est donc elle-même l'unique cause de l'élévation de son prix. Malheureusement l'introduction dans l'usage de ce métal rencontre un obstacle bien difficile à vaincre, et qui n'a rien de commun ni avec les procédés de fabrication et leur perfectionnement, ni avec l'emploi ou le prix des matériaux. Cet obstacle est celui que rencontrent sur leur chemin toutes les idées nouvelles, qu'ont eu à combattre les inventions les plus utiles, celles qui devaient apporter aux hommes des trésors de richesses et de bien-être ; elles auraient été à jamais méconnues et seraient tombées dans l'oubli, si les grands hommes qui leur ont donné le jour n'étaient doués de cette ténacité caractéristique de leur génie, dont les efforts persévérants finissent par imposer en quelque sorte aux hommes les bienfaits que, par leur aveuglement, ils se refusent à recevoir. Par ce tableau, on reconnaîtra facilement que nous voulons parler de l'amour de ce qui est reçu, de la routine, du préjugé.

Les ustensiles de cuisine en cuivre sont dangereux, les cas d'empoisonnement qu'ils causent sont fréquents ; il en est de même de la poterie dont le vernis contient du plomb, et des cuillers en argent qui fixent le vert-de-gris. En aluminium, au contraire, non-seulement ces divers ustensiles deviendraient parfaitement sans danger, mais ils gagneraient en outre sous le rapport de la forme, de l'aspect ainsi que de la commodité ; ils ne seraient pas fragiles comme la poterie : ils seraient aussi plus légers, par la double raison de la malléabilité et du faible poids spécifique de l'aluminium. Tout cela a été dit et écrit mille fois, et cependant l'introduction de l'aluminium à la place du cuivre, de l'argent et de l'argile a été vainement essayée. On n'a même pas réussi à lui faire remplacer les cuillers à potage ou à café, dans lesquelles cependant on déploie un luxe qui ne permet pas de prétexter l'élévation du prix de l'aluminium, qui d'ailleurs est moitié moindre que le prix de l'argent ; et, de plus, en raison de la différence de densité des deux métaux, le rendement de l'aluminium est deux fois plus considérable, de sorte que pour le prix d'une cuiller d'argent on pourrait en avoir sept de la même grandeur et de la même épaisseur en aluminium.

Il est vrai que l'aluminium est un métal qui n'est ni rare ni précieux, mais les avantages qu'il a sur l'argent *allié* de ne pas se noircir et de ne pouvoir pas devenir vénéneux, le rendent plus précieux que l'argent, et s'il n'a pas tout à fait l'éclat de ce métal, cette infériorité est rachetée par sa grande légèreté. Mais toutes ces raisons, quelle qu'en soit l'importance, ne prévaudront pas contre l'usage reçu ; et les cuillers en aluminium, fussent-elles aussi belles et aussi solides que celles en argent, ne seront jamais admises sur la table du riche parce qu'elles coûtent moins cher ; leur légèreté, qui évidemment est une qualité, puisqu'une cuiller légère est plus agréable à manier qu'une cuiller lourde, devient ici un défaut ; on fait même les cuillers en argent aussi grandes et aussi lourdes que possible pour pouvoir faire étalage d'une argenterie de beaucoup de valeur.

C'est donc au temps, et surtout à la mode, qu'il faut abandonner de vaincre ce préjugé contre l'aluminium, et nous nous bornerons ici à examiner un seul point de cette question ; nous nous demanderons, notamment, si on ne peut utiliser l'aluminium pour en recouvrir d'autres métaux qui lui sont inférieurs par leur aspect ou par leur oxydabilité.

La réponse à cette question est négative, car, à part l'étamage, on se sert principalement de deux procédés pour recouvrir un métal d'un autre : ce sont la galvanoplastie et le placage. Pour ce qui concerne la première, l'aluminium ne peut être isolé au moyen d'un courant électrique que dans le chlorure double d'aluminium et de sodium anhydre et fondant à 180 degrés, et l'aluminium ainsi obtenu est une poudre sans cohésion, mêlée de beaucoup de chlorure de sodium, et par conséquent ne pouvant servir à produire des couches épaisses et continues. Quant à précipiter l'aluminium à l'état métallique de ses solutions aqueuses, cela n'a pas encore pu être réalisé jusqu'à présent ; et M. Gose se trompe lors-

qu'il croit pouvoir affirmer qu'il a recouvert du cuivre avec de l'aluminium, au moyen d'une solution dans l'eau de chlorure d'aluminium et d'un courant faible.

Seul le placage à l'aluminium est réalisable jusqu'à un certain point, mais il ne peut être d'aucune utilité. C'est que tout placage demande que les deux métaux soient d'abord fondus ensemble, et puis intimement superposés et laminés ; or, l'aluminium ne saurait se prêter utilement à ces opérations, parce que son mélange avec une très-faible quantité d'un métal étranger détruit sa ductilité; une petite dose de fer le rend cassant, quelques centièmes de cuivre lui donnent la fragilité du verre; de sorte que, quand même on parviendrait à recouvrir un métal d'une couche d'aluminium, ces métaux superposés se pénétrant l'un l'autre à leur point de contact, y formeraient une couche fragile qui serait broyée au laminage, et le reste de l'aluminium se détacherait du métal enduit. Le placage à l'aluminium n'est donc pas praticable, mais le fût-il, qu'il serait sans utilité; car, autant l'aluminium à l'état compacte résiste à l'oxydation de l'air et des émanations sulfureuses, autant il y résiste peu lorsqu'il est à l'état divisé. Réduit en poudre ou en feuilles minces, il s'oxyde facilement; à l'état d'amalgame, il s'échauffe dans l'air et se décompose entre les mains en alumine et en mercure. (*Dingler's polytechnisches Journal.*)

Fabrication de la tôle russe.

On fait fondre, avec du charbon de bois et en présence de l'air libre, de la pierre magnétique, de la sphérosidérite et de l'hématite; le fer cru obtenu de ces minerais est ensuite transformé en fonte, soit par la fusion sur des feux d'affinage, soit dans des fours à puddler, et les loupes de puddlage sont réduites en plaques de 5 pouces de largeur et de 1/4 de pouce d'épaisseur. Le fer amené dans cet état doit être plus grenu que fibreux et doit contenir une assez grande quantité de charbon.

Le mécanisme au moyen duquel ces plaques de fonte sont changées en tôle se compose d'une ou deux paires de cylindres et de marteaux de deux sortes; on se sert, en outre, de fours particuliers pour chauffer les plaques. Les cylindres sont mobiles et doivent faire cinquante tours par minute. Les marteaux sont en fer forgé avec des têtes en acier; les enclumes sont des blocs en fer de fonte. Il est nécessaire que les marteaux et les enclumes soient d'une très-grande dureté, sans quoi la tôle manquerait de poli et de brillant.

Les plaques de fonte sont portées au rouge et laminées entre les deux cylindres, en feuilles d'environ 29 pouces carrés, ce qui exige douze à quatorze passages entre les cylindres. On fait ensuite des paquets de trois feuilles que l'on porte au rouge et qu'on fait passer encore dix fois entre les cylindres. Avant cette dernière opération, on nettoie la surface des paquets avec un balai humide fait de rameaux de sapin blanc, et on fait pénétrer entre les feuilles de la poudre de charbon de bois.

On coupe les feuilles en parties de 56 pouces de longueur sur 28 de largeur, que l'on brosse sur tous les points avec un mélange d'eau et de poussière de charbon de bouleau, ce qui les couvre d'une mince couche de charbon. On fait ensuite des piles de soixante-dix à cent de ces feuilles; on termine ces piles, aux deux extrémités, par deux plaques de tôle de choix et on les porte au rouge; pendant ce nouveau chauffage, on entoure les piles de bûches de 7 pieds de long, afin d'empêcher, autant que possible, l'accès de l'oxygène du four : les gaz et vapeurs du bois contiennent des agents réducteurs qui absorbent l'oxygène et protégent ainsi la tôle de l'oxydation.

On chauffe lentement, de manière que les piles acquièrent la température voulue dans un espace de cinq à six heures; on les saisit ensuite avec de longues tenailles et on les porte sous les marteaux; en forgeant les piles, il faut les remuer de telle sorte que le marteau en frappe la surface dans un certain ordre parfaitement déterminé d'avance. Cela donne aux surfaces de la pile un aspect ondulé, parce que, à chaque coup de marteau, la surface de ce dernier arrive très-près de celle de l'enclume. Après cinq ou six martelages, les piles sont retirées de l'atelier, et les plaques de tôle, complétement achevées, sont interposées dans d'autres piles.

Les frais de la fabrication de cette tôle sont de 64 dollars (354 fr. 50) par tonne; en y ajoutant les frais généraux, la tonne revient à 83 dollars (462 fr. 70). Le prix de la tonne sur le marché de Nijni-Novgorod se maintient entre 110 et 125 francs.

(*San Francisco Scientific press* et *Dingler's Journal.*)

NOTICES DIVERSES.

Sur le pouvoir que possèdent certaines substances de prévenir la putréfaction et le développement de la vie protoplasmique et de la moisissure.

Par M. F. Crace-Calvert.

Dans cette nouvelle série d'expériences, je me suis servi de petits tubes soigneusement nettoyés et chauffés au rouge sombre. Dans chacun de ces tubes, j'ai placé 26 grammes d'une dissolution d'albumine contenant pour 1 partie de blanc d'œuf 4 parties d'eau distillée et préparée comme je l'ai indiqué dans mon premier Mémoire sur ce sujet. A ces 26 grammes, j'ai ajouté 1 millième, soit $0^{gr}.026$ de chacune des substances dont je désirais étudier l'action antiseptique.

Deux raisons m'ont fait employer cette quantité de 0.001 : 1° parce que l'emploi d'une plus grande quantité aurait eu pour résultat, dans certains cas, de coaguler l'albumine; 2° parce qu'il aurait été plus difficile d'observer le pouvoir antiseptique que possèdent la plupart de ces substances en prévenant le développement de la putréfaction.

Immédiatement après avoir effectué le mélange dans chacun des tubes, une goutte a été examinée sous un microscope possédant un pouvoir grossissant de 800 fois en diamètre. Cette opération fut répétée pour chaque tube pendant trente-neuf jours, et, de temps en temps, pendant quatre-vingts jours. Pendant ce laps de temps, les tubes furent conservés dans un appartement dont la température n'a varié que de 3 degrés, soit de 12°.5 à 15°.5.

Afin de pouvoir apprécier le pouvoir antiseptique des substances employées, j'ai pris comme type de comparaison deux dissolutions d'albumine, l'une conservée dans le laboratoire, l'autre exposée à l'air libre. Une différence sensible s'est produite dans ces deux solutions lorsqu'elles ont été examinées sous le microscope : celle que l'on avait exposée à l'air extérieur était entrée en décomposition beaucoup plus vite que l'autre, et les vibrions s'étaient développés en aussi grande quantité en six jours dans le tube exposé à l'air libre que dans l'autre tube après une période de trente jours.

En comparant les résultats obtenus, les substances peuvent être divisées en plusieurs classes :

1° Celles qui préviennent entièrement le développement de la vie protoplasmique et de la moisissure : ce sont les acides phénique et crésylique.

2° Celles qui préviennent le développement des vibrions, sans arrêter la production de la moisissure : le chlorure de zinc, le bichlorure de mercure et le sulfophénate de zinc.

3° Celles, au contraire, qui permettent la production des vibrions et préviennent celle de la moisissure; ce sont : la chaux, le sulfate de quinine, le poivre et l'acide prussique.

4° Et enfin celles qui ne préviennent ni la production de la vie protoplasmique ni celle de la moisissure : acide sulfureux, acide sulfurique, acide nitrique, acide arsénieux, acide acétique, soude caustique, potasse caustique, ammoniaque caustique, solution de chlore, chlorure de sodium, chlorure de calcium, chlorure d'aluminium, hypochloryte de chaux, chlorate de potasse, sulfate de chaux, sulfate de protoxyde de fer, bisulfate de chaux, hyposulfite de soude, phosphate de soude, phosphate de chaux, permanganate de potasse, sulfophénate de potasse, sulfophénate de soude, acide picrique, essence de térébenthine, charbon de bois.

Les acides, tout en ne prévenant pas la production des vibrions, facilitent le développement de la moisissure. Cette observation s'applique surtout aux acides sulfurique et acétique.

Les alcalis, au contraire, ne sont pas favorables à la production de la moisissure, mais favorisent le développement des vibrions.

Le chlorure de zinc et le bichlorure de mercure préviennent complétement le développement des animalcules, mais n'empêchent pas la formation de la moisissure.

Un résultat sur lequel je dois appeler l'attention d'une manière toute spéciale est celui que l'on obtient avec le chlorure et l'hypochlorite de chaux, qui, employés dans les proportions ci-dessus indiquées, ne préviennent pas la production des vibrions. Pour empêcher cette production, il faut les employer en grand excès. En effet, lorsqu'on emploie l'hypochlorite de chaux en quantités assez considérables, il agit avec violence sur les matières protéiques en produisant un dégagement d'azote; mais si l'on ne fait pas agir un excès d'hypochlorite de chaux, les matières sur lesquelles l'hypochlorite n'aura pas agi entreront en putréfaction; on peut donc considérer comme erronée l'hypothèse admise sur le pouvoir désinfectant de l'hypochlorite de chaux, hypothèse basée sur le fait que le chlore et l'oxygène de ce composé se portaient sur l'hydrogène des substances organiques, et, en enlevant cet élément, les modifiaient de manière à les rendre imputrescibles. Mes expériences démontrent que l'oxygène se porte sur le carbone, et que le chlore met en liberté de l'azote.

La série sur laquelle j'appellerai maintenant l'attention comprend l'acide phénique et l'acide crésylique, dans lesquels il ne s'est produit ni vibrions, ni moisissures pendant le temps qu'a duré l'expérience, c'est-à-dire pendant quatre-vingts jours.

Les résultats obtenus avec le sulfate de quinine, le poivre, l'essence de térébenthine méritent d'être étudiés. Aucun d'eux ne prévient le développement des vibrions; mais le sulfate de quinine et le poivre empêchent complétement la formation des moisissures. Ce fait, rapproché de l'efficacité remarquable du sulfate de quinine dans le cas des fièvres intermittentes, porte à supposer que cette maladie est due à l'introduction dans l'économie de corps semblables à ceux qu'on caractérise par le mot *moisissure*, et cette explication semble encore plus probable, si l'on se rappelle que ces fièvres n'existent que dans les contrées marécageuses, où se produit une décomposition de matière végétale abondante, et qu'elles ne se montrent pas dans les pays secs, même au milieu d'une nombreuse population où l'air est malsain et où prédomine la putréfaction des matières animales.

Les résultats obtenus avec le charbon de bois montrent qu'il ne possède pas de propriétés antiseptiques, mais qu'il prévient le dégagement des gaz putrides, grâce à sa porosité, en condensant simultanément les produits de la décomposition et l'oxygène de l'air, qui les détruit par oxydation.

Les résultats obtenus avec ces divers produits ont été confirmés par une seconde série d'expériences; j'en ai fait aussi une autre où l'albumine était remplacée par la gélatine.

Sur le pouvoir que possèdent plusieurs substances d'arrêter la putréfaction et le développement de la vie protoplasmique.

Par M. Crace-Calvert (1).

Cette série d'expériences a été entreprise comme complément de celles que j'ai décrites dans mes mémoires précédents. Elle consiste à ajouter à une solution d'albumine contenant des animalcules microscopiques, 1 millième des substances qui y sont indiquées, et à examiner les résultats produits, d'abord immédiatement après cette addition, et ensuite après un, six ou seize jours; mais, dans ce résumé, je ne décrirai que les résultats du commencement et de la fin de l'expérience.

Les expériences ont commencé le 20 septembre 1871. Les solutions ont été maintenues à la température de 15 à 18 degrés. Dans la solution type, le nombre des vibrions et la putréfaction ont augmenté graduellement pendant toute la durée des expériences.

La première classe des corps que j'ai essayés comprend les composés qui détruisent immédiatement le mouvement des vibrions, et préviennent leur réapparition pendant toute la durée de l'expérience :

(1) Cette note était parvenue à l'Académie avant la séance du 28 octobre.

Acide crésylique.

La deuxième classe contient les composés qui détruisent presque entièrement les vibrions; je dis presque entièrement, car il en reste encore quelques-uns à la fin de l'expérience :

Acide phénique, sulfate de quinine, chlorure de zinc et acide sulfurique.

La troisième classe est composée des substances qui détruisent la presque totalité des vibrions au moment de leur addition au liquide, mais dans lesquelles le nombre des vibrions augmente ensuite graduellement pendant la durée de l'expérience; cependant, le liquide, après seize jours, en contient moins que la solution d'albumine type :

Sulfophénate de zinc, acide picrique.

La quatrième classe comprend les substances qui, au commencement, détruisent la vie, mais qui ne préviennent pas le développement des vibrions et qui en contiennent, le seizième jour, autant que la solution type :

Chlorure d'aluminium, acide sulfureux, acide prussique.

La cinquième classe est composée des substances, qui, au commencement, détruisent une grande partie des vibrions, mais qui en favorisent ensuite le développement; de sorte que le nombre des vibrions, après l'expérience, est plus considérable que dans la solution d'albumine type :

Hypochlorite de chaux, bichlorure de mercure, chlore en dissolution, soude caustique, acide acétique, acide nitrique, sullate de fer, sulfophénate de potasse, sulfophénate de soude.

La sixième classe comprend les substances qui n'ont pas d'action sur les animalcules, soit au commencement, soit pendant les seize jours de l'expérience :

Acide arsénieux, chlorure de sodium, chlorure de calcium, chlorate de potasse, sulfate de chaux, bisufite de chaux, hyposulfite de soude, phosphate de chaux, essence de térébenthine, poivre.

La septième classe comprend les subtances qui favorisent la production d'animalcules et qui facilitent la putréfaction :

Chaux, charbon de bois, permanganate de potasse, phosphate de soude, ammoniaque.

Il est assez remarquable que l'acide phénique, qui prévient complétement la formation des vibrions, ne les détruit pas complétement lorsqu'ils sont formés. L'acide sulfurique, qui ne prévient en aucune manière le développement des vibrions, paraît les détruire presque entièrement lorsqu'ils sont déjà formés.

Le sulfophénate de zinc, non seulement ne détruit pas les vibrions, mais permet leur reproduction.

Le bichlorure de mercure ne détruit qu'une partie des vibrions et favorise même le développement des autres, tandis qu'il empêche complétement leur formation.

Sur les causes de fièvres intermittentes et les moyens de les combattre.

Par M. E. Ferrière.

Dans sa Note relative au pouvoir que possèdent certaines substances, entre autres l'acide phénique et le sulfate de quinine, sur le développement des moisissures, M. F. Crace-Calvert tire de ses expériences une conséquence très-importante au point de vue de la cause des fièvres intermittentes, et, partant, des moyens de les combattre. Il me semble qu'il ne serait pas sans utilité que cette déduction reçût l'appui de travaux antérieurs et de faits presque tombés dans l'oubli.

D'observations et d'études faites dans les vallées marécageuses de l'Ohio et du Mississipi par M. J.-H. Salisbury, professeur à l'École de médecine de Cleveland (Ohio), il résulte que les maladies des marais (*malarious*) sont dues à des cellules d'un genre d'algues (*algoïd*) ressemblant fortement aux *palmellæ*.

Aussi loin, dit-il, que j'ai poussé mes recherches (et elles ont été très-étendues), je n'ai jamais observé un cas de fièvre intermittente dans un endroit où je ne puisse trouver ces petites plantes.

Réciproquement, je n'ai jamais constaté la présence de ces plantes dans un lieu habité, sans que les fièvres intermittentes ne se soient développées; et cela, en proportion de la vigueur et de l'étendue de cette végétation.

En examinant au microscope l'urine rendue, soit dans la période algide de la fièvre, soit pendant le stade de la sueur, soit dans l'intervalle des accès, M. Salisbury a constaté ce fait que des plantes à fièvre, identiques à celles qui croissent dans les terrains malsains, se développent constamment dans l'organisme du malade atteint de fièvre intermittente.

Les spores cryptogamiques restent suspendues dans les exhalaisons brumeuses de la terre après le coucher du soleil; elles disparaissent après le lever du soleil. Pendant le jour, l'air des districts fiévreux ne contient pas une seule de ces spores et ne renferme aucune des causes qui donnent naissance aux accès fébriles. C'est exactement ce qui se passe dans la campagne romaine : les paysans, soucieux d'échapper à la *malaria* rentrent, le soir, à la ville.

Non-seulement le savant médecin américain a observé les causes des fièvres intermittentes et leurs conditions de développement, mais il a pu faire naître à volonté la fièvreintermittente; il l'a semée à son gré dans des pays qui ne l'avaient jamais connue. Après avoir rempli quelques boîtes d'une terre recouverte de *palmellæ*, M. Salisbury les a emportées dans un district élevé, montagneux, où *jamais* on n'avait observé un seul accès de fièvre intermittente. Là il lui a suffi d'ouvrir ces boîtes dans une chambre située au deuxième étage, pour que deux jeunes gens qui y couchaient fussent atteints d'une fièvre au type tierce, au bout de douze à quatorze jours. Quatre membres de la même famille, qui couchaient à l'étage inférieur de la maison, n'éprouvèrent pas le moindre accident. Cette expérience répétée dans un autre endroit donna le même résultat.

Quant à l'action de la quinine, l'opinion de M. Salisbury est conforme aux expériences de M. Calvert :

La quinine, dit-il, agit en tonifiant l'économie et *en arrêtant le développement cryptogamique*, jusqu'à ce que la nature, aidée des moyens médicaux destinés à exciter les sécrétions, soit capable d'éliminer le poison fébrile.

En 1869, séance du 25 janvier, une Note de M. Calvert a fait connaître à l'Académie les heureux résultats qu'avaient obtenus, à l'île Maurice, MM. Barraut et Jessier, en employant l'acide phénique pour combattre une épidémie de fièvre intermittente. Là ou le sulfate de quinine avait été impuissant, l'acide phénique avait triomphé : d'où MM. Barraut et Jessier concluaient que les fièvres intermittentes sont dues à la présence, dans le sang, de ferments microscopiques, végétaux ou animaux.

Dans la même Note, M. Calvert signalait aussi une épidémie meurtrière de fièvre typhoïde, dans un village du comté d'Essex, laquelle aurait disparu après qu'on eut désinfecté, au moyen d'acide phénique, les égouts, les fosses d'aisances, les cours, les passages, etc.

Enfin, dans la séance du 11 octobre 1869, M. Gaube adressait une Note sur l'emploi de la créosote dans le traitement de la fièvre typhoïde. Les observations de l'auteur le conduisaient à conclure que la créosote guérit onze fois sur douze et supprime presque complétement la convalescence.

En comparant ces faits, provenant de sources si diverses, avec les expériences de M. Calvert, relatives : 1° à l'action de l'acide phénique sur les vibrions et sur les moisissures; 2° à celle du sulfate de quinine sur les moisissures seules, on est frappé de leur étroite concordance. L'étiologie des fièvres intermittentes et même typhoïdes en reçoit une vive lumière, tandis que la thérapeutique peut y puiser quelques moyens de médication, non moins puissants que rationnels.

La lumière oxyhydrique devant le jury officiel.

On a fait beaucoup de bruit, depuis plusieurs années, des procédés par lesquels M. Tessié du Motay semblait devoir chasser la nuit loin des rues de Paris. Dès les premières expériences il n'a pas été difficile de se fixer sur la valeur pratique de la brillante innovation; malheu-

reusement les adversaires et les partisans intéressés du nouveau système ont passionné la lutte; la presse retentit encore des diatribes et des éloges immodérés dont on a accueilli l'invention. Nous avons constamment gardé le silence; qu'aurait pu notre humble témoignage au milieu de ce brouhaha général? Nous aurions désiré cependant faire entendre une appréciation impartiale, et dire que si l'éclairage oxyhydrique offrait des inconvénients, il n'était cependant pas sans avantages dans quelques circonstances.

Parmi les documents si nombreux qui ont été publiés sur cette question importante, nous avons tout particulièrement remarqué un rapport officiel dans lequel l'auteur, M. Le Blanc, s'est prononcé sans parti pris, sans opinion préconçue. On y trouve cette impartialité honnête qui devient de plus en plus rare aujourd'hui; nous sommes heureux de dire que M. Le Blanc a su se renfermer dans une réserve fort sage, tout en condamnant l'éclairage oxyhydrique dans les applications générales.

Nous reproduisons ces conclusions sans commentaires; le lecteur reconnaîtra comme nous qu'elles sont empreintes de l'esprit le plus judicieux, et qu'elles sont marquées au coin du bon sens.

« 1° L'expérience faite par la Société Tessié du Motay sur un côté des boulevards des Italiens et des Capucines, au moyen du gaz de Boghead, doit être considérée comme en dehors des conditions pratiques auxquelles la Société aurait à satisfaire, si elle devait ultérieurement installer un éclairage courant.

L'éclairage dont le public a été rendu témoin ne serait pas possible dans un grand périmètre, avec le gaz auquel il a été fait emprunt. On ne pourrait d'ailleurs invoquer l'économie en faveur de l'éclairage ainsi produit. Celui-ci reviendrait notablement plus cher qu'avec le gaz ordinaire, à lumière égale. Ce système ne saurait donc être proposé pour la voie publique.

2° Les assertions contenues dans le prospectus de la Société Tessié du Motay ne sont pas confirmées par l'expérience. Il est inexact de dire que, dans le système oxyhydrique, la combustion par l'oxygène soit complète. Il faudrait beaucoup plus d'oxygène qu'on n'en consomme effectivement, et la lumière se trouverait par là très-affaiblie.

Le bec à faible consommation ne donne pas, avec les proportions de gaz annoneces, le pouvoir éclairant mentionné au prospectus; par suite, on ne peut en déduire l'économie calculée par la Société.

3° Les becs à forte consommation de gaz réalisent des effets relativement plus avantageux que le bec précité, mais c'est à la condition de dépenser une quantité d'hydrocarbure volatil plus grande que celle qui était admise par la Société.

4° Réduite à employer le gaz de houille et à enrichir celui-ci par les vapeurs d'hydrocarbures volatils, la Société tombe dans les inconvénients bien connus des systèmes de carburation, déjà étudiés en ce qui concerne le gaz ordinaire de l'éclairage et l'air lui-même.

Nous estimons que l'application de ce système d'éclairage par le gaz ordinaire, préalablement carburé, et l'oxygène, ne peut fournir de résultats pratiques pour l'éclairage public. Les constatations faites sur le boulevard n'ont pas donné d'ailleurs de résultats économiques favorables, même en faisant intervenir le prix de l'oxygène fixé par la Société.

5° Quant à l'éclairage particulier, nous en avons établi les conditions. La complication du système est telle qu'on peut admettre que l'emploi du gaz oxygène portatif n'ajouterait pas beaucoup aux difficultés d'installation chez le particulier qui tiendrait à posséder une lumière très vive, en multipliant moins les becs qu'avec l'éclairage ordinaire.

6° L'éclairage par l'oxygène canalisé et le gaz carburé fournirait nécessairement des effets lumineux moins constants que ceux du gaz ordinaire.

Il faudra s'attendre aussi à voir le titre de l'oxygène varier, dans des limites assez étendues, dans une canalisation générale. Cette circonstance aura une influence sur la lumière obtenue.

7° Nous estimons que les conditions économiques de l'affaire proposée à la Ville par la Société Tessié du Motay, en sollicitant l'autorisation de canaliser l'oxygène, et les avantages promis ne sont pas assez nettement établis pour que la Ville de Paris puisse s'associer avec cette Compagnie, et s'engager moralement vis-à-vis du public par une concession de cette

importance. En effet, le système proposé recevrait une sanction paraissant garantir un succès pratique qui est loin d'être suffisamment démontré.

8° Il semblerait que l'éclairage oxyhydrique, qui fournit une belle lumière, trop vive peut-être, dans beaucoup de cas, pourrait être recherché pour certains éclairages spéciaux. A cet égard, l'emploi de l'oxygène portatif pourrait intervenir, et il conviendrait d'attendre les résultats et les succès de son emploi avant de devancer, par l'établissement d'un réseau de canalisation, le développement d'applications qui ne semblent pas réclamées encore du public, dans la mesure que suppose la nouvelle Société.

9° Nous n'avons considéré le système qu'au point de vue de l'application de l'oxygène à l'éclairage.

La Société fait intervenir, en outre, des considérations d'hygiène qu'il convient d'apprécier.

Sans doute, ce moyen d'éclairer appauvrit moins en oxygène l'air des enceintes limitées. La chaleur dégagée est moindre, puisqu'il y a une moindre consommation de gaz combustible, à pouvoir éclairant égal; mais il est inexact de dire que la combustion est plus complète que pour le gaz ordinaire. Il faudrait, à cet effet, beaucoup plus d'oxygène que celui qui est dépensé, et la lumière s'affaiblirait alors considérablement. Les assertions afférentes à la salubrité relative de cet éclairage perdent donc beaucoup de leur valeur.

Quant à l'emploi hygiénique de l'oxygène pour les hôpitaux, etc., il n'est pas admissible que cette application soit d'une utilité pratique et préférable à un bon système de ventilation. L'augmentation de la proportion normale de l'oxygène dans l'air pourrait même avoir une influence considérable dans certains cas.

Relativement au chauffage et aux opérations métallurgiques, si l'on excepte l'extraction et la fusion du platine (par la méthode de MM. H. Sainte-Clair Deville et Debraye), qui ne consommera que des quantités très-limitées d'oxygène, il n'est pas encore démontré que ce gaz puisse être préféré à l'air. Il faudrait, au moins dans la plupart des cas, que l'emploi de matériaux plus réfractaires que ceux qui servent aujourd'hui à l'industrie arrivât à être possible économiquement. »

Si compétente que soit l'autorité de l'honorable rapporteur, nous ne craignons pas de dire que nous ne partageons pas toute la manière de voir de M. Le Blanc. L'invention de M. Tessié du Motay est encore dans l'enfance, et l'on sait que toute invention ébauchée est toujours digne de quelque pitié. A notre avis, du reste, le nom de M. Tessié du Motay est une certaine garantie de succès pour la découverte dans quelques applications particulières. M. Tessié du Motay est en effet un de ces hommes véritablement laborieux dont le génie inventif nous semble appelé à apporter dans l'industrie d'excellents perfectionnements. Nous applaudissons hautement à sa persévérante énergie, et nous ne craindrons pas, le cas échéant, de le soutenir contre les obstacles que susciteront la jalousie, les rivalités, l'amour-propre ou l'intérêt, tous enfants de la stupidité humaine. Nous saurons élaguer de l'arbre les détails inutiles, nous dirons la vérité, comme nous croyons la dire aujourd'hui à propos d'une invention si discutable et si discutée. Ainsi que J. de Maistre, nous voudrions, nous aussi, trouver à dire une grosse et éclatante vérité, fût elle capable de mettre le monde en révolution, et nous la dirions tout de suite.

A. Jouglet.

Procédé de dosage de l'acide phosphorique total d'un sol.

Par E. Grandeau.

Après avoir successivement essayé presque tous les procédés indiqués pour doser l'acide phosphorique en présence du fer et de l'alumine, éléments constants des sols, je me suis arrêté à l'emploi du molybdate d'ammoniaque, qui donne des résultats aussi exacts que la plupart des autres procédés, tout en exigeant moins de manipulations et de temps (1). La terre séchée à l'air libre est tamisée pour en séparer les cailloux ; c'est la partie fine qui est soumise à l'analyse. On attaque 100 grammes de terre par l'acide azotique pur ; on laisse

(1) Il y a lieu de faire une exception en faveur de la méthode de Schlœsing, qui surpasse en précision tous les autres procédés, mais qui exige plus de temps et surtout une grande habitude. Chaque fois que l'on

digérer à chaud pendant quelques heures, on décante la solution acide, on lave le résidu à l'eau distillée, et l'on réunit les eaux de lavage à la solution ; on s'arrange de manière à avoir un volume total de liquide égal à 500 centimètres cubes. Dans 100 centimètres cubes de cette liqueur, on verse un excès de molybdate d'ammoniaque, on recueille sur un filtre le phospho-molybdate ainsi obtenu, on le lave complétement, puis on le dissout à l'aide d'eau fortement ammoniacale. Dans cette solution, qui doit être limpide et incolore, on dose l'acide phosphorique à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien.

D'ordinaire je fais un second dosage sur 100 autres centimètres cubes de la liqueur : les différences constatées dans ces deux dosages ne dépassent pas en général une quantité de phosphate ammoniaco-magnésien correspondant à plus de $0^{gr}.0005$ d'acide phosphorique. Cette approximation est suffisante dans presque tous les cas.

Place aux jeunes.

On lit dans plusieurs journaux la note suivante : *École pratique des hautes études*. M. Dumas, membre de l'Institut (né le 14 juillet 1800), est nommé directeur d'un laboratoire de chimie générale et de physiologie près l'École pratique des hautes études (section des sciences physico-chimiques). — Il est bon qu'on sache que les *directeurs* de ces laboratoires n'ont absolument rien à faire, tandis que les *sous-directeurs* sont occupés du matin au soir à diriger les élèves. Il y a là un abus qui ne devrait pas exister aujourd'hui. Quand donc supprimera-t-on les gros états-majors?

PUBLICATIONS NOUVELLES.

Cours de physiologie professé à la Faculté de médecine de Strasbourg.

Par E. Kuss. — Rédigé par le docteur Mathias Duval.

Il a fallu les douloureux événements de 1871 pour mettre en pleine lumière la physionomie si originale et si digne de respect du professeur de physiologie de Strasbourg. Lorsque Küss, venu à Bordeaux, porteur des vœux et des supplications désespérées de l'Alsace, y succomba le jour même où la fatalité des événements disait son dernier mot, la France apprit que le grand citoyen qu'elle venait de perdre était en même temps un de ces savants qui honorent un pays, et dont le nom eût été digne de rester, alors même que les événements ne l'eussent pas entouré d'une auréole exceptionnelle.

Küss n'avait guère laissé de travaux contenant l'expression ou même l'abrégé de sa doctrine. Toute son activité s'était réfugiée dans son enseignement. Nul n'était moins avare que lui des fruits de ses laborieuses recherches. Pendant une longue série d'années, toutes les thèses remarquables de physiologie, sorties de Strasbourg, ont été écrites sous son inspiration, plusieurs sous sa dictée. C'est ainsi qu'il a créé toute une légion de disciples et que l'École glorieuse que nous avons perdue lui doit la meilleure part de sa renommée.

Aujourd'hui, grâce à l'un des confidents habituels de sa pensée, nous possédons le livre qu'il aurait dû écrire. Le traité du docteur Duval restitue la doctrine du maître avec une fidélité intelligente et une sincérité absolue.

Il fallait, pour arriver à reproduire complète et fidèle l'œuvre du professeur de Strasbourg, non-seulement rédiger un cours de plusieurs années, mais encore résumer et apprécier les nombreuses thèses qui ont fait connaître au public médical la physiologie telle que le profes-

se contentera de déterminer des rapports, on pourra recourir au molybdate ; si l'on désire des chiffres absolus, la méthode de Schlœsing doit être préférée. (*Note de l'auteur.*)

M. E. Grandeau aurait dû indiquer où se trouvait décrit le procédé de M. Schlœsing ; nous l'avons cherché pour le publier, et il nous obligerait beaucoup, si notre journal lui tombe sous la main, de nous le faire savoir. Dr Q.

seur Küss savait la comprendre. De plus, le docteur Duval a pensé qu'il était indispensable de compléter, par de nombreuses additions, les chapitres parfois trop sommaires du cours original.

Nous aurions donc, s'il nous était permis d'analyser plus longuement l'œuvre du docteur Duval, à insister sur le mérite de ces additions toujours très-nettes, précises, mettant à profit les travaux les plus récents, sachant faire comprendre en peu de mots ce qu'il y a de plus intéressant dans les découvertes modernes. Bornons-nous à signaler le résumé des travaux de Luys, sur la *structure des centres nerveux*; de P. Bert, sur la *respiration des tissus*; de Gréhant, sur la *capacité pulmonaire* et la *sécrétion de l'urine*; l'exposé des travaux si remarquables du professeur Rouget, sur la structure et les fonctions de la *fibre musculaire* et des *organes érectiles*; l'étude très-claire et très-concise du rôle des *vaso-moteurs*, de la *théorie des peptogènes* (Schiff), etc., etc. Nous recommandons surtout au lecteur les additions faites au chapitre de la *Respiration*, l'un des meilleurs du livre, l'un de ceux qui permettront le mieux de comprendre les progrès qu'ont fait faire à la physiologie les recherches expérimentales des savants modernes.

En complétant ainsi par de nombreuses additions le cours de physiologie du professeur Küss, le docteur Duval a voulu offrir à la jeune génération médicale un livre qui pût répondre en même temps à sa légitime curiosité et aux besoins des études classiques. Il ne nous appartient pas d'apprécier longuement quelques-unes des théories que nous avons trouvées reproduites dans le livre du docteur Duval : un rapide coup d'œil suffira pour en donner une idée. « La physiologie, dit l'auteur, est l'étude de l'élément globulaire (de la cellule) dans ses métamorphoses..... Le *globule* (ou *cellule*) est le seul élément essentiellement vivant de l'organisme..... » Si nous rappelons que ces idées, émises par Küss dès l'année 1845, ont été, depuis cette époque, développées par un grand nombre de physiologistes éminents, nous ferons comprendre pourquoi le professeur de Strasbourg insistait aussi longtemps au début de ses leçons sur l'étude des propriétés physiologiques des éléments cellulaires. Dans ce sens, la physiologie forme un cycle admirable. Tout se tient, tout s'enchaîne, tout s'explique, et pourtant chacune de ces démonstrations est fondée sur les propriétés d'un élément infiniment petit, la cellule.

Bornons-nous à mentionner la méthode dichotomique d'exposition employée pour l'étude des muscles, de la composition du sang, de l'urine, et des divers liquides de l'organisme. — Nous recommandons enfin tout spécialement l'étude des propriétés du *globule épithélial*. Elle amène l'auteur à développer les questions relatives à la digestion, à la respiration, à l'absorption, etc. En lisant l'étude de l'absorption intestinale, dont l'auteur s'était spécialement occupé avec plusieurs de ses élèves, les anciens élèves de l'École de Strasbourg y retrouveront exposées avec fidélité les idées qu'ils ont si souvent entendu développer par leur regretté maître. Ce nouveau *Cours de physiologie* résume donc la tradition déjà ancienne de l'École de Strasbourg, tout en étant par lui-même une œuvre complète et actuelle. C'est le testament d'un savant de premier ordre, religieusement interprété par le meilleur de ses disciples. A ce point de vue, et grâce aux nombreuses additions que nous avons signalées, tous les étudiants apprécieront un livre qui, en résumant avec clarté et précision l'état actuel de la science sur les questions difficiles, leur présente, dans un langage facile à comprendre et éclairé par d'ingénieuses figures, les chapitres les plus intéressants de la physiologie.

L. Lereboullet.

Du tabac. — Son histoire, ses propriétés, son usage nuisible à la santé, à la morale et aux grands intérêts sociaux ; par M. Auguste Gaffard, d'Aurillac.

Certes, dans le cas actuel, on ne nous vend pas chat en poche. Le titre seul de l'ouvrage, publié sous le patronage de l'*Association française contre l'abus du tabac et les boissons alcooliques*, qui lui a décerné le premier prix pour le concours de 1871-72, nous renseigne suffisamment sur les opinions que l'auteur va soutenir, et nous ne sommes pas surpris de voir M. Gaffard, d'Aurillac, tomber à bras raccourci sur cette pauvre solanée à laquelle les botanistes donnent le nom de *Nicotiana tabacum*.

Nous ne blâmons assurément pas cette charge à fond de train contre l'usage immodéré du

tabac; mais nous préférerions voir toutefois cette guerre à outrance faite avec plus de modération, ce qui n'enlèverait rien à sa force, bien au contraire.

M. Gaffard, d'Aurillac, ne formule que fort rarement des opinions qui lui soient propres, et nous gagerions presque que c'est un fumeur de première force. Il cite fréquemment des auteurs qui se sont occupés de cette plante pour en dire du mal, bien entendu; et nous devons rendre hommage à cet écrivain pour les recherches consciencieuses qu'il a faites, et pour la modestie avec laquelle il efface toujours sa personnalité devant les observations d'un maître. Si même nous voulions dire toute notre pensée, nous ajouterions que M. Gaffard tombe souvent dans l'exagération en citant des noms qui ne peuvent avoir qu'une importance fort secondaire dans l'espèce; il ne suffit pas, en effet, d'être un docteur en théologie nommé par le pape, directeur d'un théâtre de science illustrée, comme M. François Moigno, par exemple, pour émettre sur l'usage du tabac des opinions faisant force de loi. Aussi avons-nous tout lieu de nous étonner de lire plusieurs fois ce nom dans le livre qui nous occupe. Cela ressemble presque à une réclame pour le théâtre de la rue Boissy-d'Anglas, dont le *fiasco*, d'ailleurs, se consolide à chaque nouvelle représentation. D'autre part, l'auteur de ce petit volume manque parfois, je ne dirai pas de bonne foi, mais au moins de l'impartialité nécessaire à l'écrivain. Ainsi, — pour n'en donner qu'un exemple, — M. Gaffard, d'après une phrase de M. Michel Lévy, pas précisément fort agréable à l'endroit du tabac, s'empresse de compter le *très-savant* auteur du remarquable *Traité d'hygiène* au nombre des détracteurs de cette plante. Mais il se garde bien d'ajouter que le même toujours aussi savant Michel Lévy, loin d'être l'ennemi-né du tabac, ne voit au contraire aucun inconvénient sérieux à son usage modéré, sous quelque forme qu'il soit employé. Il reconnaît même que le tabac a pu rendre des services dans certains cas de migraines, de maux d'yeux, de douleurs de dents, de coryzas, etc.; d'accord en cela avec Trousseau qui l'a aussi employé très-efficacement en fumigations contre la goutte.

Est-ce à dire pour cela que nous soyons le partisan acharné du tabac? Non certainement. Mais nous croyons que l'usage sans abus de cette solanée est loin d'offrir les grands dangers que M. Gaffard veut bien lui attribuer.

Il est très-vrai, comme le dit l'auteur, que la nicotine est un poison violent, mais elle se trouve en cela tout à fait au même rang que l'aconitine, l'atropine, la digitaline et un grand nombre d'autres alcaloïdes végétaux, dont quelques-uns sont même plus actifs qu'elle, et qui cependant nous rendent de réels services en thérapeutique.

Le tabac n'est pas nécessaire à l'existence! Mais, mon Dieu, est-ce bien là une objection sérieuse? Les truffes et les huîtres ne sont pas plus indispensables que lui pour vivre, devons-nous pour cela les bannir de nos tables?

Le tabac est un de ces moyens de distraction qui nous aident à tuer le temps. N'est-ce donc pas déjà un grand service qu'il rend à bien du monde? Le plus souvent, en effet, c'est l'oisiveté qui engendre l'habitude de fumer.

Résumons-nous. Le livre de M. Gaffard est fait dans une intention des plus louables, celle de réprimer l'abus du tabac, et à ce titre il mérite toutes nos sympathies; mais l'auteur ne dépasse-t-il pas le but en exagérant, comme il le fait, les inconvénients de cette plante au point que, à l'en croire, il serait responsable d'un très-grand nombre de nos maladies? C'est en somme plus d'impartialité que nous voudrions retrouver dans cet écrit.

Maintenant, que l'auteur nous permette de lui faire notre profession de foi au sujet du tabac. Malgré l'apparente bienveillance avec laquelle nous semblons traiter cette solanée, nous sommes personnellement tout à fait désintéressé dans la question, car nous n'avons jamais usé du tabac sous aucune forme, mais nous avons bon nombre d'amis qui en en fumant ou prisant modérément se trouveraient fort privés qu'on leur en défendît l'usage.

—

Le Langage des nombres; par E.-A. Tarnier. — L. Lesort, rue de Grenelle-Saint-Germain, n° 3; 1872.

La réputation de M. A. Tarnier, docteur ès sciences, ancien examinateur à l'École Saint-Cyr et inspecteur de l'Académie de Paris, est faite depuis longtemps. Nous avons tous, en

effet, dans les mains ses nombreux et utiles ouvrages sur les mathématiques pures et appliquées, qui lui ont fait un renom légitimement acquis. Mais vient de paraître de cet auteur un opuscule : *le Langage des nombres*. C'est une petite brochure de 96 pages, d'un format coquet, écrite de main de maître, en un style clair, concis et élégant. C'est le travail d'un savant et d'un philosophe cherchant à instruire et rêvant le bien au milieu d'un siècle où le mal a ses coudées franches.

Tout est à méditer dans ce livre, où se trouvent les lignes suivantes : « On continue à « croire que la semaine commence un lundi au lieu d'un dimanche; c'est fâcheux. Pourquoi? « Je vais vous le dire. L'ouvrier, je parle du mauvais ouvrier, fait le raisonnement que « voici :

« La semaine *commence* un lundi; eh bien! pour bien commencer la semaine, je ferai le « lundi.

« Or, vous savez que *faire le lundi*, c'est s'amuser, c'est aller au cabaret ou ailleurs. Nous « avons donc tout intérêt à répandre dans les masses que le dimanche, jour de repos, « est bien véritablement le commencement de la semaine: alors, l'ouvrier viendra peut-être « à se dire : Puisque j'ai commencé la semaine en me reposant et en m'amusant, je n'ai pas « de lundi à faire. — Ce sera, vous le voyez, un jour de plus de travail de gagné, et alors « les enfants, n'étant plus retenus par leurs parents, iront le lundi à leur école. »

Ce livre est digne d'un grand succès, que lui assure, du reste, le nom de M. Tarnier.

E. Duchemin.

—

Principes de géologie, ou illustrations de cette science empruntées aux changements modernes de la terre et de ses habitants; par sir Charles Lyell, baronnet, maître ès arts, membre de la Société royale de Londres. Ouvrage traduit sur la dernière édition anglaise, entièrement refondue avec cartes, gravures en taille-douce et figures sur bois; par M. J. Ginestou, bibliothécaire de la Société d'encouragement pour l'industrie nationale. — 2 vol. in-8° ensemble de 1,800 p. — Prix : 20 francs. — Chez Garnier frères, libraires-éditeurs, 6, rue des Saints-Pères, à Paris.

—

De la curation du charbon, de la cocotte et des principales maladies qui sévissent sur les bœufs, les moutons, les chevaux et les cochons : Pustule maligne, charbon, sang de rate, péripneumonie, pourriture, peste bovine, morve, fièvre typhoïde, clavelée, etc., à l'aide de la nouvelle médication phéniquée; par le docteur Declat. — 1 vol. in-18 de XI-182 p. — Prix : 2 francs, extrait de l'ouvrage complet du même auteur. — Librairie de Lemerre, passage Choiseul, 27, à Paris.

—

Traité des dérivés de la houille applicables à la production des matières colorantes; par MM. Ch. Girard et G. de Laire. — 1 vol. grand in-8° de 650 p. avec 12 planches gravées à l'échelle représentant les appareils employés à la fabrication. — Prix : 16 francs. — En vente à la libraire de Georges Masson, éditeur-libraire de l'Académie de médecine de Paris, rue et place de l'École de médecine à Paris.

Voici quelles sont les grandes divisions de cet ouvrage si impatiemment attendu et si vivement désiré de tous les industriels : Formation du goudron. — Dérivés chlorés des carbures d'hydrogène. — Sulfo dérivés des carbures aromatiques. — Dérivés nitrés des carbures aromatiques. — Alcaloïdes du goudron de houille : classification. — Monamines secondaires et tertiaires. — Diamines aromatiques : phénolène diamine et isomères. — Triamines. — Applications industrielles : fabrication des matières colorantes de la houille.

—

Éléments de statique; par M. L. Poinsot, membre de l'Institut et du Bureau des longitudes. Ouvrage adopté pour l'instruction publique. Onzième édition, précédée d'une notice sur L. Poinsot; par M. J. Bertrand, membre de l'Institut. — 1 vol. in-8°, de 250 p., avec 4 grandes planches. — Prix : 6 francs. — Chez Gauthier-Villars, quai des Augustins, n° 55, à Paris.

Aide-Mémoire de pharmacie; vade-mecum du pharmacien à l'officine et au laboratoire; par EUSÈBE FERRAND, pharmacien à Paris, ex-interne et lauréat des hôpitaux de Paris. Prix : 6 fr. Librairie de J.-B. BAILLIÈRE ET FILS, 19, rue Hautefeuille. 1873.

Ce volume, d'un format portatif, compact, de près de 700 pages, contenant la matière d'au moins deux in-8° ordinaires, orné de près de 200 figures bien faites, a demandé un travail considérable; vade-mecum du pharmacien, il est aussi bien celui du médecin. A propos de chaque médicament de quelque importance, l'auteur donne : son histoire pharmaceutique, et tout d'abord son origine, naturelle ou artificielle (mode de production, récolte, variétés commerciales; mode de préparation, s'il s'agit d'un produit chimique); son action sur l'économie; son histoire chimique, abstraction faite de toute théorie spéculative, son histoire toxicologique; les falsifications dont il peut être l'objet et les procédés pour les reconnaître; les formules et les doses. Pour ce qui est des formules, il contient *toutes* celles du Codex de 1866, qu'il peut remplacer sous ce rapport. En un mot, c'est un vrai formulaire, et un formulaire excellent, soit dit sans la moindre exagération, avec cette différence à son avantage que la partie pharmaceutique y est traitée magistralement, par un homme qui a une connaissance approfondie des médicaments considérés en eux-mêmes. Cet ouvrage, avec celui de Dorvault et l'excellent compendium de Deschamps (d'Avallon), complétera la bibliothèque du pharmacien.

Réclamations.

I.

Au sujet du mémoire de M. Frank Draper: *Sur les fâcheux effets de l'emploi de l'arsenic dans la fabrication de certaines couleurs vertes*, M. Louis BOY, de la maison Delestre frères, fabricants de couleurs, nous signale avec raison une erreur de l'auteur anglais, qui, après avoir dit que « l'arsenic entrait dans la composition de certaines couleurs vertes, telles que le vert de Scheele, de Schweinfurt, émeraude, minéral de Vienne, de Brunswick et métis, » ajoute cette phrase erronée : « En France, on désigne ces verts sous le nom de *vert anglais.* »

Or, M. Louis Boy réclame contre cette appellation qui pourrait faire croire que le vert anglais est un vert arsenical, et faire ainsi tort à la vente de ce produit. C'est par oubli que nous n'avons pas relevé cette erreur dans une note, avec d'autant plus de connaissance de cause que les deux maisons Ringaud aîné et jeune nous ont fait, il y a déjà longtemps, une collection très-belle de leurs verts à l'arsenic et au bleu de Prusse.

« Ce que l'on désigne, en France, sous le nom de *vert anglais*, est un mélange de chromate de plomb et de bleu de Prusse, avec une proportion de sulfate de baryte dans ce produit, plus ou moins forte selon la qualité. »

Il est donc de toute justice, après avoir fulminé contre les verts à l'arsenic, de ne pas les confondre avec ceux qui sont destinés à les remplacer.

II.

La seconde réclamation nous est venue de M. E. DUVILLIER, au sujet de son procédé pour obtenir l'acide chromique. Nous avions dit, dans les quelques observations que nous avons faites, que ce procédé n'était pas de la première nouveauté et qu'il y avait plus de quarante ans que nous l'avions mis en pratique.

M. Duvillier reconnaît bien dans sa lettre que Vauquelin avait donné ce procédé en 1809, dans les *Annales de chimie*, tome 70, p. 82 ; mais il désire qu'on reconnaisse qu'il a donné le premier des proportions exactes qui permettent de séparer tout le nitrate de baryte de la liqueur, à 4 pour 100 près. Nous reconnaissons volontiers que M. Duvillier a rendu service en calculant exactement les doses à employer, et que le procédé de Vauquelin n'a pas été cité dans tous les traités de chimie, comme nous l'avons dit par erreur.

M. Duvillier désire aussi que l'on fasse cette distinction entre le *modus faciendi* de Vauquelin et le sien. « Le procédé de Vauquelin repose sur l'*insolubilité du sulfate de baryte*, tandis qu'au contraire son procédé repose sur l'*insolubilité du nitrate de baryte dans l'acide nitrique.* »

FIN DU TOME XIV DE LA COLLECTION, FORMANT LE TOME II DE LA 3me SÉRIE.

27128 PARIS. — Typographie de RENOU et MAULDE, rue de Rivoli, 144.

TABLE GÉNÉRALE DES MATIÈRES PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE

CONTENUES DANS LE TOME XIV DU MONITEUR SCIENTIFIQUE

FORMANT L'ANNÉE 1872

A

Absorption cutanée. — Expériences concluantes en sa faveur, par Brémond, livr. 367, p. 616.

Absorption cutanée. — Réflexions de H. de Parville à propos des dernières expériences de MM. Jamin et de Laurès, livr. 368, p. 698.

Absorption cutanée. — Loi générale de ce phénomène, par F. Papillon, livr. 369, p. 772.

Acide carbonique, considéré comme comburant du carbone en présence de l'eau, par Dubrunfaut, livr. 362, p. 148. — Réponse de Dumas, *ibid.*, et livr. 370, p. 829.

Acide carbonique. — Sa dissociation rapide sous l'influence de l'effluve électrique, par A. Thenard, livr. 365, p. 443.

Acide chlorhydrique. — Table de ses densités à divers degrés, par Kolb, livr. 364, p. 337.

Acide chromique. — Sa préparation, par Duvillier, livr. 371, p. 909.

Acide citrique. — Son dosage, par J. Creuse, livr. 372, p. 974.

Acide disulfanthracénique, par Ch. Mayer, livr. 363, p. 260.

Acide gallique, par C. Calvert, livr. 365, p. 390.

Acide méconique. — Ses propriétés physiologiques, par Rabuteau, livr. 367, p. 586.

Acide molybdique. — Son emploi comme matière colorante, livr. 367, p. 593.

Acide nitreux. — Ses modifications au contact du sol, par Chabrier, livr. 361, p. 79. — Son dosage dans l'acide sulfurique, livr. 372, p. 973.

Acide phosphorique. — Son dosage dans tous les produits qui intéressent l'agriculture et la physiologie, par Joulie, livr. 363, p. 212 ; livr. 367, p. 531.

Acide phosphorique. — Méthodes de dosage, par L. Fresenius, C. Neubauer et E. Luck, livr. 365, p. 423.

Acide phosphorique. — Méthode de dosage, par Bobierre, livr. 367, p. 544 ; *ibid.*, p. 547.

Acide phosphorique. — Méthode de dosage, par E. Grandeau, livr. 372, p. 1018.

Acide propylique, par Isidore Pierre et Ed. Puchot, livr. 363, p. 262.

Acide propionique, par Isidore Pierre et Ed. Puchot, livr. 370, p. 830.

Acide quinique. — Propriétés physiologiques, par Rabuteau, livr. 368, p. 673.

Acide rosolique, par H. Fresenius, livr. 365, p. 371.

Acide stannique. — Sa combinaison avec l'acide acétique anhydre, par Laurence, livr. 367, p. 612.

Acide sulfurique. — Appareil de concentration de M. Hemptinne, livr. 369, p. 717.

Acide tannique. — Son emploi en teinture, par C. Calvert, livr. 365, p. 388.

Acide tartrique. — Sa préparation dans le sud de l'Allemagne, par le docteur Kurtz, livr. 364, p. 354.

Aconitine cristallisée par Duquesnel, livr. 366, p. 477.

Actions capillaires. — Relation avec les densités dans les solutions salines, par Valson, livr. 362, p. 147.

Action réciproque (par diffusion) des acides et des bases alcalines, séparés par une cloison poreuse, par Landrin, livr. 363, p. 271.

Action du brome sur le protochlorure de phosphore, par Prinvault, livr. 364, p. 342.

Action de l'oxygène sur certaines infusions végétales, par l'abbé Laborde, livr. 365, p. 440.

Action du sulfate de fer sur la végétation, par Eusèbe Gris, livr. 368, p. 703.

Action exercée à la température rouge par le charbon et par le fer sur l'acide carbonique, par Dumas, livr. 370, p. 829.

Acoustique. — Expériences faites sur la Seine par F. Lucas, livr. 368, p. 671.

Actualités scientifiques *dites* de l'abbé Moigno, livr. 368, p. 674.

Aérostat de M. Dupuy de Lôme. — Étude, par Fonvielle, livr. 362, p. 175.

Affinage de l'or, par Debray, livr. 364, p. 367.

Air de la campagne relativement à l'ozone, par A. Houzeau, livr. 364, p. 336.

Albuminuries métalliques, par Rabuteau, livr. 361, p. 74.

Alcool et aldéhyde réunis. — Nouveau corps, par Wurtz, livr. 366, p. 513.

Alcool propionique, par Isidore Pierre et Ed. Puchot, livr. 370, p. 830.

Alcool obtenu au moyen de la sciure de bois, par Zetterlund, livr. 370, p. 860.

Alcool obtenu par les fruits à l'abri de l'air, livr. 372, p. 987.

Aldéhydes condensées avec élimination d'eau ou aldanes, par J. Riban, livr. 368, p. 665.

Aliments d'épargnes. — Effets physiologiques et thérapeutiques, par le docteur Marvaud, livr. 363, p. 283.

Alizarine. — Action de l'oxygène sur sa dissolution alcaline, par Auerbach, livr. 361, p. 43.

Alizarine artificielle. — Son emploi pour le rouge turc, livr. 367, p. 592.

Aloès. — Son emploi en teinture, par C. Calvert, livr. 365, p. 388.

Alunage des laines. — Étude, par Paul Havrez, livr. 367, p. 598.

Amblygonite et montebrasite, par Descloizeaux, livr. 368, p. 666.

Amblygonite de Montebras. — Analyse, par Pisani, livr. 361, p. 79.

Amidon. — Sa présence dans les testicules, par Dareste, livr. 362, p. 148. — Sa présence dans la tortue d'eau douce, par le même, livr. 368, p. 668.

Anesthésie complète par l'association de la morphine avec le chloroforme, par Labbé et Guyon, livr. 363, p. 269.

Aniline. — Sa conversion en toluidine, par A.-W. Hofmann, livr. 370, p. 849.

Animaux fossiles du mont Leberon, par Gaudry, livr. 365, p. 436.

Anneaux de Saturne. — Cassini a formulé les mêmes principes que M. Hirn, livr. 370, p. 911.

Annuaire pharmaceutique, livr. 362, p. 191.

Anthracène et ses dérivés, par E. Kopp, livr. 361, p. 33 ; livr. 363, p. 252 ; livr. 364, p. 319 ; livr. 368, p. 681.

Anthracène et alizarine artificielle. — Brevet Brænner et Gutzkoff, livr. 363, p. 274.

Anthracène. — Procédé de préparation industrielle. — Brevet, par Audouin, livr. 363, p. 273.

Antimoine. — Son dosage et sa séparation d'avec les autres métaux, par H. Tamm, livr. 372, p. 975.

Anus anormal à l'aine droite, par Laugier, livr. 361, p. 84.

Apomorphine et sa préparation, par Siebert, livr. 367, p. 620.

Appareil de chauffage, en hiver, et de ventilation, en été, des voitures de chemins de fer et autres, et des bateaux, par Granjean, livr. 367, p. 569.

Appareil de sûreté pour machines à vapeur, par Birchall, livr. 371, p. 941.

Appareil pour presser les pulpes, par Robert de Massy, livr. 369, p. 707.

Appareil à eau de seltz, de M. Maldiné, livr. 369, p. 719.

Apprêtage des canons de fusil en damas et en torche, par Orval, livr. 369, p. 714.

Argent pur. — Sa préparation, par G. Græger, livr. 364, p. 352.

Arsenaux chinois, livr. 369, p. 733.

Arsenic. — Fâcheux effets de son emploi dans certaines couleurs vertes ; par F.-W. Draper, livr. 371, p. 381.

Artillerie rayée. — Considérations, par Albengue, livr. 364, p. 341.

Association nouvelle pour l'avancement des sciences, livr. 361, p. 92.

Atmosphère solaire, par Blaserna, livr. 362, p. 161.

Atmosphère solaire. — Étude de sa polarisation et de sa fluorescence, par A. Lallemand, livr. 371, p. 908.

Aurore boréale du 14 février. — Ses divers observateurs, livr. 362, p. 165. — Observée par le Père Secchi, livr. 363, p. 265. — *Ibid.*, par Laussedat et Silbermann, p. 269. — Opinion du maréchal Vaillant, livr. 364, p. 336. — Nouvelles relations, p. 340. — Observée par Vinson, livr. 367, p. 619.

Aurores boréales. — Théorie de Heis, livr. 365, p. 437.

Aurores magnétiques. — Leur prévision à l'aide des courants terrestres, par Tarry, livr. 365, p. 437.

Aurores polaires. — Leurs relations avec les protubérances et les taches solaires, par Tarry, livr. 364, p. 337.

Aurores polaires. — Théorie de de la Rive. — *Ibid.*, p. 432.

Azote atmosphérique. — Son intervention dans la végétation, par Deherain, livr. 361, p. 72.

Azote. — Modification du procédé de dosage, par Kessler, livr. 363, p. 271 ; livr. 364, p. 343.

B

Ballons. — Expériences relatives à leur direction, par Dupuy de Lôme, livr. 362, p. 158.

Batterie électrique, par Weber, livr. 367, p. 577.

Beurre artificiel, par Mège-Mouriès, livr. 369, p. 740.

Bibion des jardins, par Blanchard, livr. 365, p. 439.

Bière. — Nouveau procédé de fabrication, par Pasteur, livr. 369, p. 765.

Bismuth. — Extraction docimastique des minerais de bismuth et méthode docimastique pour séparer ce métal du cuivre, de l'arsenic, de l'antimoine et du plomb, par Hugo Tamm, livr. 365, p. 412.

Blanchissage. — Nouvelle méthode pour préserver le linge de l'usure, livr. 363, p. 279.

Bleu de Prusse. — Son emploi en teinture, par Calvert, livr. 363, p. 250.

Bleu d'aniline pour impression, par Blumer-Zweifel, livr. 367, p. 592.

Bois jaune. — Son emploi en teinture, par Calvert, livr. 365, p. 386.

Bois de construction. — De leur préservation et de leur conservation, par Richard H. Buell, livr. 369, p. 756.

Bonbons, ornements de pâtisserie et jouets d'enfants, colorés par l'arsénite de cuivre. — Fâcheux effets, livr. 371, p. 889.

Borax. — Conserve les substances animales, d'après M. Jacquez, livr. 372, p. 986.

Borne-fontaine incongelable, livr. 371, p. 940.

Brésil (bois de). — Son emploi en teinture, par Calvert, livr. 361, p. 24.

Bromhydrates et chlorhydrates d'allylène, par Reboul, livr. 363, p. 270.

Bronze phosphoreux, par Ruoltz et Fontenay, livr. 361, p. 78. — Réponse à leur réclamation, par Montefiori, Levi et Kunzel, livr. 362, p. 157.

Bulletins et Mémoires de l'Académie de médecine. — Histoire de leur publication, par J.-B. Baillière et fils, livr. 362, p. 188.

C

Cachou. — Son emploi en teinture, par Calvert, livr. 365, p. 392.

Cadavres. — Ils se putréfient rapidement, d'après M. Champouillon, chez les sujets alcoolisés. — M. Gauthier de Claubry en doute, livr. 364, p. 343, et livr. 365, p. 435.

Calibre plastique, par Reigel, livr. 369, p. 721.

Campêche. — Son emploi en teinture, par Calvert, livr. 361, p. 22.

Candidats à la section de médecine de l'Institut, livr. 366, p. 520.

Canons. — Fabrication pour armes à feu en fonte métallique et en acier, par Gilon, livr. 367, p. 568.

Caoutchouc et gutta-percha, étudiés au point de vue chimique, par T. Blossom, livr. 361, p. 85 ; livr. 363, p. 232 ; livr. 364, p. 327 ; livr. 366, p. 521.

Cap-Breton. — Dragages exécutés dans le fossé, par Fischer et Folin, livr. 364, p. 338.

Carbonate de chaux. — Sa dissolution par l'acide carbonique, par T. Schlæsing, livr. 367, p. 614.

Carbone. — Sa combustibilité en présence de l'eau seulement, par Dubrunfaut, livr. 361, p. 75. — Réponse de Dumas, livr. 370, p. 829.

Carbone. — Origine de celui qui est fixé par les végétaux à chlorophylle, par Cailletet, livr. 361, p. 79.

Carmin, laques, par Calvert, livr. 361, p. 26.

Cartes célestes. — Leur construction, par Prosper et Paul Henry, livr. 362, p. 154.

Carthame, ou saflor. — Son emploi en teinture, par Calvert, livr. 361, p. 26.

Cartouches pour armes à feu. — Construction, par Dartein, livr. 369, p. 714.

Caséine. — Sa transformation en une matière albumineuse, par Ch. Schwalbe, livr. 368, p. 687.

Cathartine. — Sa nature complexe, par Bourgoin, livr. 361, p. 77.

Causeries scientifiques, par Henri de Parville, 2 vol. in-18, livr. 366, p. 515.

Cellules de levûre de bière devenues mobiles comme des monades, par A. Trecul, livr. 362, p. 136.

Chaleur de formation des composés oxygénés de l'azote, par Berthelot, livr. 365, p. 436.

Champignons géants, livr. 363, p. 279.

Changements de couleur chez les crustacés, par G. Pouchet, livr. 364, p. 338.

Charrue à hélice, par Tanvez, livr. 367, p. 563.

Chauffage des vins. — Observations de M. Balard, livr. 363, p. 265; livr. 364, p. 339. — M. Vergnette-Lamotte, livr. 365, p. 404. — M. Pasteur, *ibid.*, p. 407. — M. Vergnette, p. 408. — M. Pasteur, p. 410. — M. P. Thenard, p. 411. — Correspondance, pour la priorité de la conservation des vins par le chauffage, échangée entre M. Pasteur et M. Vergnette-Lamotte, livr. 368, p. 653. — Procès-verbal de dégustation des vins chauffés, comparés aux mêmes non chauffés, communiqué par M. Pasteur à l'Académie, livr. 369, p. 776.

Chauffage des fours, par Muller et Eichelbrener, livr. 369, p. 716.

Chemin de fer d'exploitation rurale, par Corbin, livr. 369, p. 703.

Chimie (la) constituée par Lavoisier, par J. Volhard, livr. 361, p. 50. — Protestation des chimistes russes, *ibid.*, p. 70.

Chimie élémentaire organique de Grimaux, livr. 365, p. 446.

Chimie légale. — Précis, par A. Naquet, livr. 370, p. 864.

Chloral. — La strychnine, d'après M. Oré, n'est pas un antidote du chloral, livr. 366, p. 519.

Chlore et chlorure d'iode. — Spectres d'absorption, par Gernez, livr. 363, p. 269.

Chlore. — Procédés chlorométriques, par Joh. Smith-Herreshoft, Græger, livr. 365, p. 426. — Procédé de fabrication, par Drecon, livr. 369, p. 721.

Chloroforme. — Note pour servir à l'histoire de sa découverte, par J. Liebig, livr. 366, p. 520.

Chloroforme. — Nouvelle manière de l'appliquer en chirurgie, par le docteur Demarquay, livr. 369, p. 781.

Chlorures. — Propriétés physiologiques de divers sels du genre chlorure, par Rabuteau, livr. 361, p. 74.

Chlorures de soufre, par H. Hurner et A. Guerout, livr. 370, p. 856.

Choléra. — Traitement par l'administration, coup sur coup, de grandes quantités d'eau, par le docteur Netter, livr. 370, p. 837. — Sa transmission par les navires et organisation des quarantaines, par Pettenkoffer, livr. 372, p. 947.

Chondrine. — Recherches, par Moleschott et Rubini, livr. 369, p. 775.

Chrome. — Essai des minerais de chrome, par J. Clark, livr. 365, p. 428.

Cochenille. — Son emploi en teinture, par C. Calvert, livr. 361, p. 26.

Cochenille ammoniacale, *ibid.*, *ibid.*, p. 28.

Cochenille. — Essai sur sa force, par J. Merrick, livr. 365, p. 430.

Cochenille. — Recherches chimiques au point de vue théorique, par Liebermann et Dorp, livr. 369, p. 724.

Cochinchine (Basse). — Détermination des ondes de la marée, par Heraud, livr. 365, p. 441.

Codamine, par Hesse, livr. 370, p. 812.

Codéine. — Propriétés physiologiques, par Rabuteau, livr. 367, p. 581.

Combustion spontanée d'une poutre sous l'action de la chaleur, livr. 370, p. 824. — Discussion, *ibid.*

Comète d'Encke. — Son spectre observé par Huggins, livr. 362, p. 152.

Compas à la mer. — Leur régulation, par Fournier, livr. 367, p. 618.

Composés explosifs. — Appareil pour mesurer les températures d'altération et de détonation de ces corps, par Leygue et Champion, livr. 361, p. 79.

Composés détonants. — Théorie de leur explosion, par P. Champion et H. Pellet, livr. 368, p. 672. — Leurs différents mouvements vibratoires qu'ils produisent, livr. 371, p. 909.

Composition pour l'entretien des meubles polis, par Truyens-Charels, livr. 369, p. 717.

Compression du gaz et de l'air. — Nouveaux appareils de M. Colladon, livr. 371, p. 940.

Compteur d'eau, par Klein, livr. 369, p. 723.

Concrétions urinaires (lithurate de magnésie) dans l'espèce bovine, par G. Roster, livr. 370, p. 835 et 852.

Conditions d'équilibre et nature probable des anneaux de Saturne, par Hirn, livr. 370, p. 836.

Conductibilité électrique des liquides, par Favre, livr. 361, p. 78.

Condurango. — Remarques, par Triana, livr. 364, p. 342; *ibid.*, livr. 368, p. 642. — Recherches chimiques et analyse, par Vulpius, livr. 368, p. 642.

Conservation des substances alimentaires par l'acétate de soude. — Procédé de M. Sacc, livr. 368, p. 671.

Conservation des vins. — (Voir chauffage des vins).

Conservation des substances animales par le borax, par Jacquez, livr. 372, p. 986.

Considérations pratiques sur le typhus, la fièvre jaune, les fièvres pernicieuses, paludéennes, et la verrue péruvienne, par le docteur C. Tasset, de Lima (Pérou), livr. 366, p. 451.

Constipation. — Son traitement, livr. 370, p. 861.

Contrôleur pour trains de chemins de fer et autres véhicules, livr. 367, p. 566.

Conversion de l'aniline en toluidine, par A. V. Hoffmann, livr. 370, p. 849.

Coralline. — Étude, par le docteur Fresenius, livr. 365, p. 372. — Son emploi dans la teinture et l'impression en Allemagne, par Th. Wurtz, livr. 369, p. 738. — Son impression sur laine, par le docteur Kielmeyer, *ibid.*, p. 740.

Corpuscules organisés de l'atmosphère; leur nature, par Béchamp, livr. 363, p. 269.

Couleurs d'aniline. — Méthode pour en déterminer la valeur, par A. Muller, livr. 365, p. 431.

Couleurs d'aniline à l'iode, par H. Grothe, livr. 367, p. 591.

Couleurs d'aniline. — Leur emploi dans la chapellerie, *ibid.*, p. 592.

Couleur puce grenat de naphtylamine, *ibid.*, *ibid.*

Couleurs d'aniline. — Leur fabrication, par Girard et de Laire, livr. 367, p. 596. — Réclamation de M. C. Lauth, livr. 368, p. 664. — Réponse à sa réclamation, livr. 368, p. 675. — Réclamation de M. Bardy, livr. 368, p. 664.

Courants électriques obtenus par la flexion des métaux, par Volpicelli, livr. 361, p. 82.

Courants d'induction produits par les bobines d'un électro-aimant, par de Jacobi, livr. 362, p. 153. — Mêmes recherches, par Violle, livr. 362, p. 157.

Courbes aplaties, par Cayley, livr. 364, p. 236.

Cours élémentaire de géologie appliquée, par Stanislas Meunier, livr. 361, p. 95.

Cratagus aronia. — Considérée dans ses rapports avec l'aubépine, par Planchon, livr. 363, p. 271.

Crues de la Seine observées en 1871, livr. 362, p. 157.

Cryptopine, par Hesse, livr. 370, p. 818.

Cuisinière en fonte, par Godin-Lemaire, livr. 369, p. 716.

Cuivre. — Les immunités de M. Burq, livr. 366, p. 515. — Son dosage dans les pyrites de cuivre, livr. 372, p. 974.

Cuivre. — Son dosage, par M. de Lafollye, livr. 370, p. 857.

Cultures industrielles, par M. Muntz, livr. 365, p. 436.

Curation des maladies de la peau. — Traité par le docteur Déclat, livr. 370, p. 864.

Cyanates. — Leurs propriétés physiologiques et leurs métamorphoses chimiques dans l'organisme; par Rabuteau et Massul, livr. 361, p. 82.

Cyclones. — Étude, par Tarry, livr. 362, p. 152.

D

Décharges électriques. — Décolorent les fleurs et agissent mécaniquement dans ce cas en brisant les cellules, par Becquerel, livr. 361, p. 71.

Déchets de tannerie. — Leur utilisation, par Dewilde, livr. 367, p. 571.

Déperdition du sodium dans la préparation de la soude par le procédé Leblanc, livr. 372, p. 997.

Désuintage de la laine, etc., par Simonin et Coffin, livr. 367, p. 572.

Détente variable par le régulateur, appliquée aux machines à vapeur, par Rider, livr. 367, p. 567.

Détermination des actions mutuelles de Jupiter et de Saturne, par Le Verrier, livr. 370, p. 829.

Détermination du zéro des thermomètres, par C. Tellier, livr. 370, p. 833.

Déterminisme. — Dans les phénomènes de la vie, par F. Papillon, livr. 361, p. 46.

Dévitrification. — Sa théorie chimique, par Benrath, livr. 364, p. 344.

Dextrine. — Servant à sophistiquer le sucre, d'après le docteur Scheibler, livr. 361, p. 31.

Dichromate kalichromique, par Ditte, livr. 365, p. 435.

Différence entre la nourriture animale et la végétale. — Rôle, dans l'économie, des sels alimentaires et des condiments, par Voit, de Munich, livr. 370, p. 787.

Digitaline pure et cristallisée, par Nativelle, lauréat du prix Orfila. — Ses avantages en thérapeutique, livr. 368, p. 689.

Diphénylamine, par Girard et Delaire, livr. 364, p. 340.

Dissociation cristalline, par Fabre et Valson, livr. 365, p. 435. — *Id.*, livr. 372, p. 983.

Distillations simultanées, par Isidore Pierre, livr. 362, p. 153.

Distribution des eaux du Rhône à Nîmes, par Dumont, ingénieur, livr. 366, p. 517.

Dulcite. — Nouvelle classe de combinaisons avec les hydracides, par Bouchardat fils, livr. 364, p. 342.

Dynamite. — Nouvelle composition, par Rutenberg, livr. 371, p. 943.

E

Eau. — Sa sursaturation; peut être amenée à 4 degrés — zéro sans se congeler, par Tellier, livr. 369, p. 782.

Eaux alcalines. — Leur influence sur les calculs biliaires, par le docteur Ritter, livr. 369, p. 774.

Eaux potables. — Leur pureté relative. — Détermination des proportions des substances organiques, par E. Mouier, livr. 371, p. 915.

Echafaudage mécanique avec translation en fer, à ponts mobiles, par Conci, livr. 367, p. 565.

Eclipses. — Leur action sur les éléments du magnétisme terrestre, par Diamilla-Muller, livr. 362, p. 152.

Eclipse de soleil, de décembre 1871. — Ses résultats, par le Père Secchi, livr. 365, p. 438.

Ecole agricole à Proskau, livr. 369, p. 784.

Eczéma. — Remède, par le docteur Sacc, livr. 368, p. 688.

Education maternelle, par Rambosson, livr. 361, p. 94.

Effets chimiques résultant de l'action calorifique des décharges électriques, par Becquerel, livr. 361, p. 83.

Effets d'une balle de chassepot dans un cas de suicide. — Observation du docteur Bédoin, livr. 365, p. 443.

Effets des actions lentes, par Becquerel, livr. 368, p. 662.

Effluve électrique. — Appareil propre à y soumettre les gaz et les vapeurs, par A. Thenard, livr. 368, p. 666.

Electrisation de certains métaux, par Sidot, livr. 362, p. 151.

Electricité. — Son origine solaire, par Becquerel, livr. 372, p. 987.

Encre des écoles, par Coupier et Collin, livr. 367, p. 573.

Engrais pulvérulent obtenu avec les matières fécales, par Ferdinand Jean, livr. 363, p. 276.

Engrais artificiels. — Méthode de dosage de l'acide phosphorique, par L. Fresenius, etc., livr. 365, p. 423.

Etat des corps dans les dissolutions, par Berthelot, livr. 361, p. 79.

Etat de l'Académie au 1er janvier 1872, livr. 361, p. 80.

Ethers acétiques de la dulcite, par Bouchardat fils, livr. 363, p. 270.

Ether formique. — Son action physiologique, par Biasson, livr. 365, p. 440.

Etincelle électrique. — Sa durée, par J. Lucas et A. Cazin, livr. 362, p. 151.

Etoiles filantes. — Constitution de l'essaim d'août, par Tarry, livr. 370, p. 836.

Etude sur les quinquinas, par Carles, livr. 361, p. 95.

Etude géométrique des systèmes ponctuels et tangentiels de sections coniques, par Picquet, livr. 367, p. 523.

Eucalyptus globulus. — Sa végétation, par Barrot, livr. 363, p. 269. — Au point de vue industriel, économique, médical, etc., par F. Papillon, livr. 367, p. 553. — Ses feuilles ne contiennent pas d'alcaloïde, d'après M. Rabuteau, livr. 372, p. 985.

Expériences acoustiques, par Mayer, livr. 364, p. 338.

Extrait de viande. — Du sel marin qu'il contient, par J. Liebig, livr. 365, p. 383.

F

Fabrication des couleurs d'aniline, par Girard et de Laire, livr. 367, p. 596, et livr. 368, p. 675; par Ch. Lauth, livr. 368, p. 664; par Bardy, *ibid.*, p. 664.

Fabrication des matières stéarineuses, par Delheid, livr. 369, p. 716.

Fabrication du coton à coudre, par Brook, livr. 369, p. 718.

Fabrication de la bière. — Procédé Pasteur, livr. 369, p. 705.

Fabrication du verre. — Historique et recettes, par Siegwart, livr. 370, p. 839.

Fer cristallisé ou brut, par Caron, livr. 363, p. 270.

Fer contenu dans le sang et dans les aliments, par Boussingault, livr. 366, p. 502. — Son rôle en pathologie, par Bouillaud, *ibid.*, p. 513. — Contenu dans le sang d'un animal invertébré, par Boussingault, livr. 368, p. 670. — Comment il se répartit dans les matériaux du corps, *ibid.*, p. 674.

Fermentation alcoolique et acétique. — Mémoire de Liebig, livr. 362, p. 99.

Fermentation alcoolique et recherches sur la nutrition du champignon de la levûre, par A. Mayer, livr. 364, p. 291.

Fermentations (les). — Examen des dernières discussions entre Liebig, Pasteur et Fremy, par Ch. Blondeau, livr. 366, p. 491. — Leurs rapports avec la physiologie pathologique, par Monnoyer, et observations de M. Sédillot, livr. 372, p. 977.

Fermentation alcoolique. — Recherches nouvelles, par Dumas, livr. 369, p. 744 et 775.

Ferments appartenant au groupe de la diastase, par Dumas, livr. 369, p. 755.

Fermentations. — Recherches de Fremy, 1re communication, livr. 363, p. 195; 2e communication, livr. 363, p. 202.

Ferments et fermentations. — Discussion complète publiée à part des discussions de l'Académie, livr. 362, p. 126. — Note de M. Pasteur au sujet du mémoire de M. Liebig, *ibid.*, *ibid.* — Intervention de M. Fremy et réponse à M. Pasteur, p. 128. — Réplique de M. Pasteur, p. 135. — Réponse de M. Fremy, p. 143. — Réplique de M. Pasteur, p. 144. — Réponse de M. Pasteur aux deux communications de M. Fremy, 1re et 2e constituant ses recherches, liv. 363, p. 207 et 210.

Fermentations. — Recherches sur l'origine des levûres lactique et alcoolique, par A. Trecul; 1re communication, livr. 362, p. 131; 2e communication du même : Cellules de levûre de bière devenues mobiles comme des monades, p. 136. — Note sur les prétendues transformations des bactéries et des mucédinées en levûres alcooliques, par de Seynes, p. 138. — Réponse de M. Trecul à M. de Seynes dans ce second mémoire ayant pour titre : *Réflexions concernant l'hétérogénie, suggérées par les expériences et les opinions de quelques observateurs contemporains.*

Ferments et fermentations. — Discussions abrégées publiées dans les Académies. — M. Pasteur demande à répondre au mémoire de M. Liebig, livr. 361, p. 76. — M. Fremy intervient, p. 77. — Réponse de M. Pasteur, p. 77. — M. Trecul lit son premier mémoire, p. 78. — Réponse de M. Pasteur, p. 78. — M. Trecul lit son deuxième mémoire, p. 81. — M. de Seynes lit sa note contre M. Trecul, livr. 362, p. 148. — M. Béchamp parle de ses anciens travaux sur les ferments, p. 148. — M. Trecul lit son troisième mémoire, p. 150. — M. Fremy, p. 150. — M. Blanchard, p. 150. — M. Balard intervient dans la discussion, p. 152. — MM. Fremy, Balard et Wurtz, p. 155. — M. Fremy lit son second mémoire sur les ferments, p. 160. — M. Dumas critique les expériences de M. Fremy, p. 160. — M. Pasteur répond au mémoire de M. Fremy, p. 162. — M. Chevreul fait l'histoire de la fermentation d'après Stahl, p. 162. — M. Pasteur critique de nouveau le mémoire de M. Fremy, livr. 363, p. 262. — M. Béchamp revient sur les corpuscules organisés de l'atmosphère, p. 269. — Faits nouveaux, par Pasteur, livr. 371, p. 916 et 918. — Réponse de M. Fremy, p. 922. — M. Trécul, p. 922. — Lettre de M. Blondeau, p. 926. — Critique de M. de Ranse, p. 928. — Reprise de la discussion entre M. Pasteur et M. Fremy, livr. 372, p. 980 à 983, 988 à 992, 995.

Fièvre. — Son traitement, par le docteur Liebermeister, avec une note du docteur Burgrave, livr. 363, p. 280.

Fièvres intermittentes et moyens de les combattre, par E. Ferrière, livr. 372, p. 1045.

Filtration industrielle des liquides, par Burq, livr. 367, p. 571.

Fleurs. — Leur décoloration par les décharges électriques qui brisent leurs cellules, par Becquerel, livr. 361, p. 71.

Fluor. — Son dosage dans les fluorures, livr. 372, p. 974.

Force musculaire. — Sa source, par J. Liebig; 2e partie, livr. 361, p. 7. — (Voir, pour la 1re partie, la livraison 365, p. 386.)

Force de la poudre et des matières explosives, par Berthelot, livr. 367, p. 623.

Forces électro-motrices, par Gaugain, livr. 363, p. 267.

Formules pour les lois de teinture, par P. Havrez, livr. 372, p. 993.

Foudre. — Trois cas de foudre. — Explication, par W. Fonvielle, livr. 363, p. 271. — Ses effets sur les arbres, par Colladon, livr. 372, p. 992.

Fourneau à gaz pour petit atelier, par Wiessnegg, livr. 369, p. 720.

Fours métallurgiques avec chauffage au gaz et récupérateur de la chaleur, par Ponsard, livr. 367, p. 570.

Foyer fumivore, par Leroy-Duptin, livr. 369, p. 715.

Frein automatique pour wagons, par Exter, livr. 369, p. 710.

Frein pour chemins de fer, par Stilmant, livr. 369, p. 720.

Froid. — Sur la précocité du froid en 1871, par Charles Deville, livr. 361, p. 76. — Le froid du 9 décembre 1871, par Delaunay, *ibid.*, p. 71, 72, 76; par Becquerel, *ibid.*, p. 76.

Fumées sulfureuses. — Leur absorption, par Cahen, livr. 367, p. 571.

Fusil-canon porte-amarre, livr. 367, p. 568.

Fusion du platine, par H. Violette, livr. 372, p. 1006.

Fustel. — Son emploi en teinture, par Calvert, livr. 365, p. 386.

G

Galle (noix de). — Emploi en teinture, par Calvert, livr. 365, p. 391.

Gallons du Levant. — Emploi en teinture, par Calvert, livr. 365, p. 392.

Gaude. — Emploi en teinture, par Calvert, livr. 365, p. 388.

Gaz. — Certains acquièrent des propriétés actives sous l'influence de l'électricité, par Chabrier, livr. 369, p. 782.

Gaz. — Loi du refroidissement des gaz, par Jamin et Richard, livr. 368, p. 666.

Gaz. — Leur absorption par le sang, par Gréhant, livr. 369, p. 782.

Gaz. — Sa fabrication et purification, par Hills, livr. 371, p. 930.

Gaz du sang. — Étude, par Ed. Mathieu et V. Orbain, livr. 362, p. 151. — Procédé d'analyse de Estor et Saint-Pierre, livr. 362, p. 154 et 157.

Générations spontanées. — Combattues par les dernières expériences du docteur Donné, livr. 370, p. 830.

Giroscope marin. — Son emploi à la conduite des navires, par E. Dubois, livr. 362, p. 153. — Objections, par Le Dieu, *ibid.*, p. 156.

Glace. — Procédé Letellier, livr. 362, p. 163.

Globule sanguin. — Sa nature, par Arloing, livr. 365, p. 442.

Glucose. — Son dosage, par Ferdinand Jean, livr. 363, p. 278.

Glycérine. — Synthèse, par Friedel et Silva, livr. 367, p. 606.

Glycogène. — Son évolution dans l'œuf des oiseaux, par Claude Bernard, livr. 368, p. 663.

Gomme laque, par Calvert, livr. 361, p. 29.

Graine de Perse. — Emploi en teinture, par Calvert, livr. 365, p. 387.

Graines végétales. — Influence du froid, livr. 384, p. 339.

Grains. — Procédé de conservation Louvel, livr. 362, p. 163.

Grains. — Recherches sur le rôle de l'acide sulfureux employé pour opérer la saccharification et l'alcoolisation des grains, par V. Hemillian, et N. Melnikoff, livr. 369, p. 770.

Graissage des laines, par Dejon, livr. 367, p. 577.

Greffes cutanées, par Ollier, livr. 364, p. 340.

Grison. — Sa présence indiquée par Turquan, livr. 365, p. 436.

Grue. — Système Verdière, livr. 369, p. 714.

H

Harmonium à double clavier, par G. Gueroult, livr. 365, p. 440.

Hérault. — Nature orageuse et répartition inégale des pluies à la surface de ce département, par Ch. Martins, livr. 367, p. 611.

Histoire de la physique et de la chimie, par F. Hoëfer, livr. 365, p. 446.

Horlogerie. — Mécanisme de M. Lechaudé, livr. 367, p. 577.

Houille (la) et l'exploitation des houillères en Angleterre, par W. Smyth. Traduit par Maurice, livr. 370, p. 864.

Huile minérale (*Rock oil*), ou pétrole du comté de Verango (Pensylvanie), considérée au point de vue de son emploi pour l'éclairage, par Silliman, livr. 366, p. 469.

Hydrocotarnine, par Hesse, livr. 370, p. 826.

Hydrodynamique des cours d'eau, par de Saint-Venant, livr. 363, p. 265; livr. 364, p. 335.

I

Ilixantéine, par Calvert, livr. 365, p. 389.

Imperméabilité des chaussures, par Rœlandt, livr. 369, p. 717.

Impression sur étoffes, par Vial, livr. 369, p. 723.

Incubation. — Chaleur absorbée, par Moitessier, livr. 361, p. 82.

Indigo. — Préparation liquide ou indigotine, par Weweirne, livr. 367, p. 570.

Indigo. — Son emploi en teinture, par Calvert, livr. 363, p. 241.

Influence de la pression sur les phénomènes d'endosmose et d'exosmose, par Becquerel, livr. 368, p. 662 et 665.

Iode. — Son essai industriel, par Tissandier, livr. 361, p. 89.

Iode. — Lumière émise par sa vapeur, par Salet, livr. 365, p. 442.

Iodure d'amidon. — Recherches, par Duclaux, livr. 363, p. 264. — Réclamation de Personne, livr. 363, p. 268.

Isopurpurine, par E. Kopp, livr. 368, p. 686.

J

Jambe artificielle, par Mortiaux, livr. 369, p. 719.

Jet électrique dans les gaz raréfiés, par de la Rive et Sarazin, livr. 365, p. 439.

K

Kermès végétal, par Calvert, livr. 361, p. 29.

L

La chimie organique et la thérapeutique, par W. Hofmann, livr. 364, p. 307.

Lac-lake, lac-dye, par Calvert, livr. 361, p. 30.

Landes de Bretagne, par A. Bobierre, livr. 362, p. 160.

Lantropine, par Hesse, livr. 370, p. 810.

Laques de carmin, par Calvert, livr. 361, p. 29.

Laudanine, par Hesse, livr. 370, p. 810.

Laudanosine, par Hesse, livr. 370, p. 824.

L'électricité appliquée aux arts mécaniques, par Saint-Edme, livr. 364, p. 368.

Le lendemain de la mort, par L. Figuier, livr. 365, p. 447.

Les minéraux. — Guide pratique, par Kobell, livr. 365, p. 447.

Lésions osseuses, par Feltz, livr. 364, p. 342.

Levûres lactique et alcoolique. — Leur origine, par Trecul, livr. 362, p. 131. — *Id.*, livr. 372, p. 994.

Levûres alcooliques. — Diverses espèces étudiées par le docteur Engel, livr. 362, p. 165. — Sur les prétendues transformations des bactéries et des mucédinées en levûres alcooliques, par de Seynes, livr. 362, p. 138 et 148.

L'homme devant ses œuvres, livr. 370, p. 864.

L'intégromètre de Deprez, livr. 371, p. 931.

Lithine. — Sa recherche dans les eaux minérales, par F. Wurtz, livr. 370, p. 855.

Locomotive routière, par Chamousset, livr. 369, p. 710.

Lokao, par Calvert, livr. 365, p. 389.

Lokao ou vert de Chine. — Sa composition, par S. Cloez et F. Guignet, livr. 365, p. 394. — Son emploi en teinture, par les mêmes, livr. 367, p. 593.

Lois de l'écoulement des liquides, par Duclaux, livr. 362, p. 160.

Lumière zodiacale. — Son analyse spectrale, par Respigni, livr. 363, p. 263.

Lumière oxyhydrique proposée par Tessié-Dumotay. — Critique du procédé et de son emploi, par E. Durand, livr. 363, p. 274. — La lumière oxyhydrique devant le jury officiel, livr. 372, p. 1016.

Lumière émise par les composés d'uranium phosphorescents, par Ed. Becquerel, livr. 369, p. 776.

Lune. — Sur les mouvements du périgée et du nœud, par Delaunay, livr. 361, p. 80. — Sa photographie, par Lewis Rutherfurd, livr. 372, p. 992.

M

Machines. — Effets des variations du travail transmis par les machines et sur les moyens de les régulariser, par E. Rolland, livr. 362, p. 146.

Machine à tailler ou haver la houille, les roches et autres minéraux, par Cochrane, livr. 369, p. 713.

Machine à casser les pierres, par Del Ferdinand, livr. 369, p. 713.

Machine à carder et à filer, par Goulding, livr. 369, p. 718.

Magnésium. — Son apparition dans la chromosphère du soleil, par Tacchini, livr. 367, p. 617.

Magnétisme d'un électro-aimant. — Méthode pour le déterminer, par Cazin, livr. 364, p. 337.

Main. — Sa position originelle et normale chez l'homme, livr. 362, p. 156.

Mammifères et oiseaux. — Ouvrage de A. L. Brehm, livr. 363, p. 286.

Manganate de soude (Per). — Teinture, par Mouret de Lacotte, livr. 367, p. 570.

Manganèse. — Son dosage, par Hugo Tamm, livr. 372, p. 973. — *Id.*, par Leclère, p. 998.

Manne du tilleul, par Harting, livr. 362, p. 165.

Marais salants et industrie saunière du Portugal, par A. Girard, livr. 365, p. 440.

Marteau-pilon américain, par Résal, livr. 362, p. 160.

Matières albuminoïdes. — Leur conversion en urée par l'hypermanganate de potasse, par Béchamp, livr. 362, p. 170; par Ritter, *ibid.*, p. 172. — Résultats négatifs de cette conversion, par Tappeiner, *ibid.*, p. 173.

Matières colorantes. — Leçons, par Crace Calvert, livr. 361, p. 22; livr. 363, p. 241; livr. 365, p. 385.

Matière sucrée apparue sur les feuilles d'un tilleul, par Boussingault, livr. 361, p. 84.

Méconine. — Propriétés physiologiques, par Rabuteau, livr. 367, p. 585.

Médecine dosimétrique. — Notes, par le docteur Burggræve, livr. 362, p. 180.

Mercure. — Son dosage dans ses minerais, livr. 372, p. 975.

Métal des bouches à feu en bronze ou fonte. — Son amélioration, par Ruoltz et Fontenay, livr. 361, p. 78. — Réponse de Montefiori, etc., livr. 362, p. 157.

Météorites. — Types de transition, par S. Meunier, livr. 362, p. 149. — Leur statigraphie, livr. 362, p. 158.

Mètre. — M. Tresca fait connaître ce qui a été arrêté par la commission, livr. 371, p. 923.

Meules de moulin. — Appareils pour les tailler et les rhabiller, par Norton, livr. 367, p. 566.

Minerais de cuivre sulfurés. — Traitement, par Tessié du Motay, livr. 367, p. 569.

Minerais de zinc. — Construction des retortes, moufles et pots employés pour leur réduction, par Borgnet, livr. 367, p. 569.

Minéraux du Chili offerts à l'École des mines, par Domeyko, livr. 368, p. 666.

Miroirs en verre argenté. — Leur pouvoir réflecteur, par C. Wolff, livr. 362, p. 163. — Observations de M. Delaunay, livr. 363, p. 262.

Moelle épinière. — Modifications anatomiques qui se produisent à la suite de l'amputation d'un membre, par Vulpian, livr. 363, p. 269. — *Id.*, livr. 365, p. 434.

Moisissures. — Leur transformation en ferments, par Béchamp, livr. 372, p. 997.

Monnaie de platine, par Jouglet, livr. 372, p. 1003.

Morphine. — Nouvelle méthode de dosage dans l'opium, par J.-T. Miller, livr. 364, p. 357. — Propriétés physiologiques, par Rabuteau, livr. 367, p. 584.

Moutarde. — Son étude au point de vue thérapeutique; le meilleur sinapisme, par le docteur Astier, livr. 371, p. 898.

Mouvement des projectiles oblongs dans les milieux résistants, par Martin de Brettes, livr. 362, p. 146.

Mungeet. — Son emploi en teinture, par Calvert, livr. 361, p. 22.

Murexide. — Son emploi en teinture, par Calvert, livr. 361, p. 30.

Myrobolans. — Leur emploi en teinture, livr. 365, p. 392.

N

Narcéine. — Ses propriétés physiologiques, par le docteur Rabuteau, livr. 367, p. 582.

Narcotine. — Ses propriétés physiologiques, par le docteur Rabuteau, livr. 367, p. 580.

Narcotine, par O. Hesse, livr. 370, p. 814.

Nègres brachycéphales, par Hamy, livr. 361, p. 161.

Neige. — Son influence sur la température du sol, etc., par Becquerel père et fils, livr. 361, p. 76.

Nitidine. — Composition pour l'entretien des meubles polis, livr. 369, p. 717.

Nitrates. — Essai des nitrates et dosage de l'acide nitrique, par A. Wagner, livr. 365, p. 428.

Nitrocryptopine, par Hesse, livr. 370, p. 821.

Nitropapavérine, par Hesse, livr. 370, p. 817.

Noctilucine, par le docteur Phipson, livr. 370, p. 831.

Noir d'aniline. — Son histoire, par John Lightfoot, livr. 362, p. 165. — De la teinture des tissus en noir d'aniline, par J. Persoz, livr. 365, p. 396.

O

Observations méridiennes, par E. Liais, livr. 362, p. 156.

Observatoire météorologique de Montsouris passé sous la direction de M. Delaunay, livr. 365, p. 436.

Odeurs (les), d'après les découvertes récentes de la chimie et de la physiologie, par F. Papillon, livr. 364, p. 296.

Officine (l'). — Répertoire général de pharmacie, par Dorvault, livr. 362, p. 191.

Oiseaux fossiles, par A. Milne-Edwards, livr. 365, p. 436.

Opianine. — Propriétés physiologiques, par Rabuteau, livr. 367, p. 585.

Opium en nature. — Ses propriétés physiologiques, par Rabuteau, livr. 367, p. 578.

Opium. — Recherches sur les propriétés des divers principes immédiats de l'opium, par le docteur Rabuteau, livr. 367, p. 578.

Opium. — Les bases de l'opium, par O. Hesse, livr. 370, p. 806.

Orages. — Danger des masses métalliques, par Fonvielle, livr. 368, p. 673. — Nouvelles observations, livr. 368, p. 675.

Orcanette. — Son emploi en teinture, par Calvert, livr. 361, p. 26.

Orcine. — Sa synthèse, par Vogt et Kenninger, livr. 365, p. 438, et livr. 367, p. 609.

Organes respiratoires chez les larves aquatiques, par Mounier, livr. 362, p. 153.

Orseille. — Son emploi en teinture, par Calvert, livr. 363, p. 247.

Outremer, par Calvert, livr. 363, p. 250.

Outremer. — Sa fabrication par une seule calcination, par Furstenau, livr. 369, p. 736.

Oxychlorures de silicium. — Action de la chaleur, par Troost et Hautefeuille, livr. 362, p. 147.

Oxydation instantanée de l'alcool par l'ozone, par Houzeau, livr. 368, p. 667. — Lettre de C. Wideman à ce sujet, livr. 369, p. 783.

Oxydation du fer, par le docteur Calvert, livr. 363, p. 229.

Oxyde de carbone. — Son action sur le fer et ses oxydes, par Gruner. — Rapport Deville, livr. 362, p. 153.

Oxygène. — Sa production, par Kirkpatrick, livr. 367, p. 569.

Ozone. — Appareil pour sa production, par Houzeau, livr. 367, p. 575. — Son emploi industriel en Amérique, par C. Wideman, livr. 369, p. 783. — Son pouvoir décolorant, par Houzeau, livr. 369, p. 779. — Expériences sur l'action comparée de l'ozone sur le sulfate d'indigo et l'acide arsénieux, par Thenard père et fils, livr. 369, p. 781.

Ozone et eau oxygénée, par Félix Leblanc, livr. 370, p. 831.

P

Pain. — Du parasitisme végétal dans ses altérations, par Rochard et Legros, livr. 371, p. 913.

Panification. — Nouveau procédé, par Sauer et Cachat, livr. 367, p. 565.

Papavérine, par O. Hesse, livr. 370, p. 816. — Ses propriétés physiologiques, par Rabuteau, livr. 367, p. 579.

Papier végétal venant de Chine, par Duchemin, livr. 367, p. 612.

Papier bon conducteur pour la télégraphie, livr. 371, p. 944.

Papiers de tentures colorés par l'arsénite de cuivre. — Fâcheux effets, livr. 370, p. 889.

Parachute pour ascenseurs, par Salva, livr. 369, p. 719.

Paraffine. — Sur quelques composés de ce corps, par Champion, livr. 367, p. 616. — Son dosage dans les bougies stéariques, par Hock, livr. 365, p. 429.

Parallaxe du soleil. — Sur les masses des planètes, par Le Verrier. — Discussion à ce sujet, livr. 368, p. 668.

Parasitisme végétal dans les altérations du pain, livr. 371, p. 913.

Paratonnerres. — Essai sur leur construction, par Duchemin, livr. 363, p. 271. — Leur efficacité, par Fonvielle, livr. 371, p. 915.

Pendule de Foucault. — Sa théorie, par Serret, livr. 362, p. 155.

Pepsine. — Préparation, propriétés et pouvoir digestif, par E. Schefer, livr. 372, p. 998.

Perchlorure de fer. — Sa réduction dans l'organisme à l'état de protochlorure, par le docteur Rabuteau, livr. 368, p. 673.

Peste bovine. — Police sanitaire qui lui est applicable, par Bouley, livr. 365, p. 439.

Pétrole. — Nouveau procédé pour son essai, livr. 365, p. 431.

Pétrole. — Rapport sur ses avantages et ses inconvénients, considérés au point de vue spécial de prévenir les dangers qu'entraîne le commerce du naphte ou huile de pétrole, par Chandler (C.-F.), livr. 368, p. 676; livr. 372, p. 962.

Pétrole. — Appareil pour conserver et transporter de grandes quantités de pétrole, par Cech, livr. 369, p. 711.

Phares. — Système de construction, livr. 369, p. 710.

Phénol. — Son action sur le chlorhydrate de phénylamine, par Dusart et Bardy, livr. 362, p. 151.

Phosphates de chaux des départements de Tarn-et-Garonne et du Lot, par Bobierre. — *Id.*, par Trutat. — *Id.*, par Malinowski, livr. 361, p. 72 et 73. — *Id.* de la Russie, par Alexis Yermoloff, livr. 365, p. 418. — Analyse des phosphates fossiles, par Bobierre, livr. 367, p. 547. — *Id.*, par Joulie, livr. 363, p. 212, et 367, p. 531. — *Id.*, par L. Fresenius, etc., livr. 365, p. 423.

Phosphorescence animale, par Quatrefages, livr. 369, p. 778.

Phosphure de fer cristallisé, par Sidot, livr. 366, p. 516.

Photographie. — Son rôle dans l'observation du passage de Vénus sur le Soleil, par Faye, livr. 370, p. 833.

Phylloxera vastatrix. — Sa présence dans la région de l'olivier. — Histoire et ravages, par Heuzé, livr. 365, p. 399. — Procédé de M. Anez pour sa destruction, livr. 365, p. 442. — Sa destruction par la décoction de tabac, par L. Sollier, livr. 367, p. 618. — Observations de M. Laliman, livr. 367, p. 616. — Ses habitudes observées, par Faucon, livr. 370, p. 836 et 837. — Nouvelle médecine de M. Guillier, livr. 371, p. 925. — Extension en Europe, par Planchon, livr. 372, p. 924. — Observations de MM. Duclaux et Cornu, p. 985. — Remède de M. Loarer, p. 985. — *Id.* de M. Wissocq, p. 993.

Physiologie cérébrale. — Expériences du docteur Fournié, livr. 372, p. 983 et 997.

Physomètre. — Instrument inventé par Harting, livr. 366, p. 519.

Pile. — Emploi des courants secondaires pour accumuler ou transformer ses effets, par G. Planté, livr. 363, p. 266.

Pile à sulfate de cuivre, nouvelle, par J. Morin, livr. 367, p. 615.

Piles à charbon. — Leur efficacité, par du Moncel, livr. 371, p. 925.

Pile électrique nouvelle, par Gaiffe, livr. 368, p. 667.

Piqûres blanches sur épreuves photographiques, par E. Baudrimont, livr. 371, p. 943.

Placage à l'aluminium, par C. Winkler, livr. 372, p. 1010.

Place aux jeunes, livr. 372, p. 1019.

Planète Dike (99), livr. 363, p. 264.

Plantes fourragères exotiques ayant fait leur apparition en France, par Vibraye, livr. 366, p. 514 et 519.

Plaques de blindage. — Leur fabrication, par Jeavons, livr. 369, p. 712.

Poisons indiens. — Conférence faite à Glasgow, par Simpson, livr. 366, p. 482.

Pompe pour aspirer les liquides dans les cavités splanchniques, par G. Pelletan, livr. 371, p. 911.

Porphyroxine. — Propriétés physiologiques, par Rabuteau, livr. 367, p. 585.

Poudre de blanchiment, par Calvert, livr. 366, p. 516.

Poudre de mines, par Terré et de Mercader, livr. 367, p. 571. — *Id.*, par Oller, livr. 367, p. 572. — *Id.*, par Robaudi, livr. 367, p. 572. — *Id.*, par Sala, livr. 371, p. 942.

Poudre dépilatoire, par Watteau, livr. 369, p. 718.

Pourpre de Cassius. — Sa composition, par Debray, livr. 372, p. 1007.

Préservation des substances animales et végétales, livr. 367, p. 565.

Préservation et conservation des bois de construction, par Richard H. Buell, livr. 369, p. 756.

Pression. — Influence que les changements de la pression barométrique exercent sur les phénomènes de la vie, par Paul Bert, livr. 363, p. 268; livr. 367, p. 618.

Principes immédiats de l'opium. — Expériences physiologiques, par Rabuteau, livr. 365, p. 438, et livr. 367, p. 578. — *Id.*, par Bouchut, livr. 365, p. 444, et livr. 367, p. 589.

Prix Orfila. — Nativelle obtient le prix de 6,000 fr. pour l'obtention de la digitaline cristallisée, livr. 363, p. 284.

Problèmes de mathématiques, par Chevallier et A. Mentz, livr. 367, p. 623.

Procédés saccharimétriques, par G. Chancel, livr. 362, p. 161.

Procédé de peinture. — Décoration sur étain, par C. Daniel, livr. 365, p. 441.

Projectiles. — Lois de leurs mouvements, par le général Morin, livr. 364, p. 340.

Projectiles dans divers milieux. — Effets de leur pénétration, par Melsens, livr. 365, p. 440.

Propriétés réductrices de l'hydrogène et des vapeurs de phosphore. — Applications, par Renault, livr. 365, p. 435.

Propulseur nouveau de M. Tastes, livr. 361, p. 74. — *Id.*, par Ciotti, *ibid.*

Propylène. — Sur deux nouveaux isomères, par Reboul, livr. 363, p. 267.

Protopine, par Hesse, livr. 370, p. 823.

Protoxyde de fer. — Nouvelle manière de le produire, par Tissandier, livr. 363, p. 264.

Protubérances solaires, par le Père Secchi, livr. 362, p. 153.

Pseudomorphine. — Ses propriétés physiologiques, par le

docteur Rabuteau, livr. 367, p. 585. — *Id.*, par Hesse, livr. 370, p. 803.

Purgatif nouveau à base de sulfovinate de soude. — Procédé de préparation, par Limousin, livr. 367, p. 621.

Purgation des masses sucrées. — Procédé Linard, livr. 369, p. 708.

Putréfaction. — Substances qui la préviennent, par Calvert, livr. 372, p. 1013 et 1014.

Pyrites cuivreuses. — Nouveau procédé d'extraction des métaux précieux qui y sont contenus, par Frédéric Claudet, livr. 370, p. 858.

Pyrophosphates. — Leur transformation en phosphates, par Priurault, livr. 365, p. 442.

Pyruvine. — Étude, par Schlagdenhauffen, livr. 363, p. 271.

Q

Quercitron. — Son emploi en teinture, par Calvert, livr. 365, p. 385.

R

Races nègres, par Quatrefages, livr. 369, p. 778.

Rage. — Cas très-curieux observé chez un chien, livr. 371, p. 926.

Raies du spectre solaire, par Peslin, livr. 362, p. 157.

Raies d'absorption produites par les solutions des acides hypoazotique, hypochlorique et chloreux, par Gernez, livr. 362, p. 165.

Rapport chimique entre la matière organique des plantes et leurs cendres, par A. Baudrimont, livr. 364, p. 342.

Rapports entre les modifications du globule sanguin et les modifications des excrétions, par Ritter. — Analyse critique, par F. Papillon, livr. 364, p. 358.

Régions polaires. — Intensité de la chaleur solaire, par A. Genocchi, livr. 367, p. 612.

Régulateurs isochrones. — Perfectionnements, par Yvon-Villarceau, livr. 366, p. 517.

Régulateurs des machines à vapeur, par Rabey et Richardson, livr. 369, p. 712.

Relations (Nos) avec l'Allemagne, par Berthelot, livr. 362, p. 186.

Reproduction des dessins, par Renault, livr. 366, p. 515, et livr. 371, p. 929.

Respiration des poissons dans l'eau, par Gréhant, livr. 363, p. 268.

Respiration pulmonaire et chaleur animale, par Ch. Blondeau, livr. 368, p. 627, livr. 371, p. 867.

Retours périodiques des phénomènes électriques de l'atmosphère, par Ch. Deville, livr. 363, p. 265.

Revolver à cartouches, par Rolland et Renault, livr. 369, p. 714.

Revue de physiologie et de chimie physiologique, par F. Papillon, livr. 369, p. 772.

Rochers. — Perfectionnements dans la construction des machines à les percer, par Brown, livr. 367, p. 567.

S

Sang. — Nouveau réactif pour le déceler. — Son emploi en chimie légale, par F.-L. Sonnenschein, livr. 370, p. 850.

Santal. — Son emploi en teinture, par Calvert, livr. 361, p. 25.

Santonine. — Sa fonction chimique, livr. 372, p. 997.

Savons. — De l'emploi du silicate de soude dans leur fabrication, par Guido Schnitzer, livr. 364, p. 350. — Procédés d'analyse des savons, par F. Jean, livr. 366, p. 524.

Sélénium. — Sa présence dans l'acide sulfurique, par Personne, livr. 365, p. 440. — Sa volatilisation apparente, par Ditte, livr. 365, p. 435.

Sels acides en dissolution. — Leur constitution, par Berthelot, livr. 368, p. 672.

Sels. — Leur dissolution dans l'eau ; le rôle de l'espace dans ce phénomène, par Valson, livr. 361, p. 74.

Serpentine grise. — Étude minéralogique, par Stanislas Meunier, livr. 366, p. 510.

Serrure. — Système de MM. Négrier et Comp., livr. 369, p. 716.

Silicate de soude. — Son emploi dans la fabrication des savons, par Guido Schnitzer, livr. 364, p. 350. — Ses propriétés antifermentescibles et son action physiologique, par Rabuteau et Papillon, livr. 371, p. 912. — *Id.*, par Picot, livr. 372, p. 994.

Sociétés savantes des départements. — Réunion des délégués, à la Sorbonne. — Distribution des récompenses, livr. 364, p. 364.

Société d'encouragement. — Récompenses décernées le 12 avril 1872, livr. 364, p. 367.

Société des spectroscopistes italiens. — Notice, par Faye, livr. 365, p. 433.

Soleil. — Sa température, par le Père Secchi, livr. 361, p. 81. — *Ibid.*, par E. Vicaire.

Solfatare de Pouzzoles. — Composition des gaz qui se dégagent des fumerolles, par de Luca, livr. 363, p. 264.

Sons que font entendre les poissons, par Dufossé, livr. 366, p. 518.

Sophistication du sucre avec la dextrine, par le docteur Scheibler, livr. 361, p. 31.

Soufre. — Décompose la vapeur d'eau. — Recherches, par V. Meyers, livr. 362, p. 152.

Sous-nitrate de bismuth. — Son emploi à haute dose. Tentatives pour lui substituer d'autres corps moins chers, par le docteur Gubler, livr. 362, p. 184.

Spectres de l'absorption des vapeurs de soufre, etc., par Gernez, livr. 364, p. 339. — Des vapeurs de sélénium, etc., livr. 365, p. 440.

Spectre du brocken, livr. 368, p. 668.

Spiral réglant des chronomètres, par Phillips, livr. 363, p. 265.

Squelette humain de l'âge du renne, découvert à Laugerie-Basse (Dordogne), livr. 365, p. 437.

Stabilité des couleurs fixées sur les étoffes et instabilité des couleurs d'aniline, par Chevreul, livr. 371, p. 912.

Sténographie mécanique, par Gensoul, livr. 367, p. 573.

Substances antifermentescibles, par Petit, livr, 371, p. 925.

Sucre. — Sa sophistication avec la dextrine, par le docteur Scheibler, livr. 361, p. 31. — Son action sur le réactif cuprotartrique, livr. 372, p. 979.

Sucre de lait. — Sa fermentation alcoolique, par Blondlot, livr. 363, p. 264.

Sucre de betteraves. — Extraction par le procédé de M. Vœstyn, livr. 367, p. 564.

Sulfacides des couleurs d'aniline, par Bulk. livr. 372, p. 1008.

Sulfure d'arsenic dissous dans les alcalis contre le *Phylloxera*, par Loarer, livr. 372, p. 985.

Sulfure de calcium. — Son dosage dans le noir animal, livr. 372, p. 976. — Contre le *Phylloxera*, *ibid.*, p. 993.

Sursaturation de la solution de chlorure de sodium, par de Coppet, livr. 362, p. 157.

T

Tellure. — Sa volatilisation apparente, par Ditte, livr. 365, p. 434.

Températures. — Sur les hautes températures et sur celle du soleil, par H. Sainte-Claire Deville, livr. 362, p. 149.

Température du soleil. — Réponse aux critiques, par le Père Secchi, livr. 362, p. 156.

Température du sol à différentes profondeurs, par Becquerel père et fils, livr. 362, p. 152.

Terrains de la France. — Étude de ses déformations, par Delesse, livr. 365, p. 441.

Terres noires de Russie, par Grandeau, livr. 365, p. 435.

Tétrachlorure de naphtaline. — Sur quelques dérivés, par Grimaux, livr. 369, p. 779.

Tétronérythrine. — Nouvelle matière colorante organique, par le docteur Wurm, livr. 367, p. 594.

Thallium. — Sa fabrication en grand, par Max Chaffner, livr. 370, p. 854.

Thébaïne. — Propriétés physiologiques, par Rabuteau, livr. 367, p. 578.

Théorie des quatre planètes supérieures : Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune, par Le Verrier, livr. 366, p. 509.

Théorie de la roue à réaction, par de Pambour, livr. 368, p. 667.

Thermodynamique. — Sur le coefficient économique, par Bourget, livr. 365, p. 412.

Tissus des végétaux. — Influence de la congélation, par Ed. Prilleux, livr. 366, p. 511.

Tôle russe, livr. 372, p. 1012.

Traité de chimie technologique et industrielle, par Fr. Knapp, livr. 362, p. 192.

Traité de chimie organique, par Berthelot, livr. 363, p. 287.

Traverses pour chemins de fer, par Riolot et Moley, livr. 369, p. 709.

Tremblements de terre. — Ils peuvent être prévus, par Fron, livr. 362, p. 158. — *Ibid.*, par Combary, livr. 364, p. 337.

Triangulation de l'Algérie, par Perrier, livr. 372, p. 994.

Trichlorhydrine. — Ses isomères, par Friedel et Silva, livr. 364, p. 339.

Trichloro-acétates métalliques, par A. Clermont, livr. 366, p. 519.

Troubles à la Faculté de médecine, livr. 363, p. 286.

Tube ozoniseur de M. Houzeau, livr. 362, p. 154.

Typhus. — Fièvre jaune, etc., par le docteur Tasset, livr. 366, p. 451.

U

Université (L') de Strasbourg, livr. 362, p. 101.

Urée. — Sa synthèse, livr. 362, p. 170. — Son dosage, par Gréhant, livr. 368, p. 668.

Urine normale. — Action du sulfate de cuivre, par Ramon de Luna, livr. 370, p. 831.

V

Variations séculaires. — Leur détermination, par Le Verrier, livr. 372, p. 994.

Végétation. — Influence des diverses couleurs sur elle, par P. Bert, livr. 361, p. 77.

Ventilation des mines, par Guibal, livr. 363, p. 269.

Verre. — Sa fabrication, par E. Siegwart, livr. 370, p. 839. — Résultats produits par l'insolation, par Th. Gaffield, livr. 370, p. 834.

Vésuve. — Sa dernière éruption, par Verneuil, livr. 366, p. 515. — Son éruption en avril 1772 et en avril 1872, par de Saussure, livr. 368, p. 668.

Vibrations communiquées au mercure et aux liquides en général. — Leur étude, par Barthélemy, livr. 361, p. 74.

Vol des oiseaux. — Continuation des recherches de M. Marey, livr. 363, p. 266.

TABLE DES NOMS D'AUTEURS PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE

A

Albenque. — Considérations sur l'artillerie rayée, livr. 364, p. 341.

Anez. — Procédé de traitement par submersion des vignes, pour la destruction du *Phylloxera*, livr. 365, p. 442.

Arloing. — Sur la nature du globule sanguin, livr. 365, p. 442.

Astier (docteur). — Étude thérapeutique sur la moutarde; le meilleur sinapisme, livr. 371, p. 898.

Audouin. — Procédé de préparation industrielle de l'anthracène (Brevet Audouin), livr. 363, p. 273.

Auerbach. — Action de l'oxygène sur une dissolution alcaline d'alizarine, livr. 361, p. 43.

B

Babinet. — Sa mort annoncée à l'Académie, livr. 372, p. 977.

Baillière (J.-B. et fils). — Histoire de nos relations avec l'Académie de médecine, livr. 362, p. 188.

Baillière (Henri). — Sa notice sur H. Regnault, livr. 368, p. 674.

Balard. — Protestation contre une insertion faite au *Compte-rendu* par M. Fremy, livr. 362, p. 152. — Ses reproches à M. Fremy, livr. 363, p. 262. — Question de la priorité du chauffage des vins, livr. 368, p. 265.

Bardy. — Sur la fabrication des couleurs d'aniline, livr. 368, p. 664.

Barrot. — Végétation de l'Eucalyptus, livr. 363, p. 269.

Barth. — Le libraire allemand qui avait envoyé la brochure sur Lavoisier, etc., livr. 361, p. 73.

Barthelemy. — Étude des variations communiquées au mercure et aux liquides en général, livr. 361, p. 74.

Baudon. — Sur la fusion et le morcellement des balles dans les plaies, livr. 362, p. 163.

Baudrimont (A.). — Rapport chimique entre la matière organique des plantes et leurs cendres, livr. 364, p. 342.

Baudrimont (E.). — Piqûres blanches qui se développent sur certaines épreuves photographiques, livr. 371, p. 944.

Baumhauer (Von) rappelle ses publications sur les aurores boréales, livr. 363, p. 271.

Béchamp. — Sur le développement des ferments alcooliques et autres dans les milieux fermentescibles sans l'intervention directe des substances albuminoïdes, livr. 362, p. 148 et 151. — Sur la nature des corpuscules organisés de l'atmosphère, livr. 363, p. 269. — Formation de l'urée par l'oxydation des substances albuminoïdes, livr. 362, p. 170 et 173. — Transformation des moisissures en ferments, livr. 372, p. 997.

Becquerel. — Décoloration des fleurs par les décharges électriques, livr. 361, p. 71. — Influence de la neige sur la température du sol, livr. 361, p. 76. — *ibid.*, 362, p. 152. Influence de la pression dans les phénomènes d'endosmose et d'exosmose, livr 368, p. 662. — Sur quelques effets des actions lentes, *ibid.*

Becquerel (Edmond). — Lumière émise par les composés d'uranium phosphorescents, livr. 369, p. 776. — Action des décharges électriques, livr. 361, p. 83. — Rapport sur les mémoires de M. Fonvielle, livr. 361, p. 85. — Origine solaire de l'électricité, livr. 372, p. 987.

Bedoin. — Effets d'une balle de chassepot dans un cas de suicide, livr. 365, p. 443.

Benrath. — Théorie chimique de la vitrification, livr. 364, p. 344.

Bernard (Claude). — Évolution du glycogène dans l'œuf des oiseaux, livr. 368, p. 663.

Bert (P.) — Influence des diverses couleurs sur la végétation, livr. 361, p. 77. — Influence que les changements de la pression barométrique exercent sur les phénomènes de la vie, livr. 363, p. 268. — *Ibid.* livr. 367, p. 618; livr. 368, p. 665.

Berthelot. — État des corps dans les dissolutions, livr. 361, p. 79 et 82; livr. 362, p. 148. — Nos relations avec l'Allemagne, livr. 362, p. 186. — Traité de chimie organique, livr. 363, p. 287. — Chaleur de formation des composés oxygénés de l'azote, livr. 365, p. 436. — Sur la constitution des sels acides en dissolution, livr. 368, p. 672. — Force de la poudre et des matières explosives, livr. 367, p. 623. — Sa candidature dans la section de physique, livr. 372, p. 996.

Biasson. — Action physiologique de l'éther formique, livr. 365, p. 440.

Birchal. — Appareil de sûreté pour machines à vapeur, livr. 371, p. 940.

Blanchard. — Sur les mouches que l'on voit en ce moment en grande quantité, livr. 365, p. 439.

Blaserna. — Sur l'atmosphère solaire, livr. 362, p. 161.

Blondeau (Ch.). — Examen des dernières discussions entre MM. Liebig, Fremy, Pasteur, sur les fermentations, livr. 366, p. 491. — Respiration pulmonaire et chaleur animale, liv. 368, p. 627; *ibid.*, livr. 371, p. 867. — Sa lettre au sujet de la discussion sur la fermentation, livr. 371, p. 926

Blondlot. — Sur la fermentation alcoolique du sucre de lait, livr. 363, p, 264.

Blossom. — Du caoutchouc et de la gutta-percha spécialement étudiés au point de vue chimique, livr. 361, p. 85; livr. 363, p. 232; livr. 364, p. 327; livr. 366, p. 521.

Blumer-Zweifel. — Bleu d'aniline pour impression, livr. 367, p. 592.

Bobierre. — Phosphate de chaux des départements de Tarn-et-Garonne et du Lot, livr. 361, p. 72. — Sur les landes de Bretagne, livr. 362, p. 160. — Lettre au sujet de son procédé de dosage de l'acide phosphorique, livr. 367, p. 544 et 547.

Borgnet. — Construction des retortes, moufles et pots employés pour la réduction des minerais de zinc, livr. 367, p. 569.

Bouchardat fils. — Sur les éthers acétiques de la dulcite, livr. 363, p. 270. — Nouvelle classe de combinaisons de la dulcite avec les hydracides, livr. 364, p. 342.

Bouchut. — Recherches physiologiques sur les bases de l'opium, livr. 365, p. 444; livr. 367, p. 589.

Boudet (Félix). — Rapport sur le beurre artificiel de Mège-Mouriès, livr. 369, p. 741.

Bougaev. — Sur les nombres primitifs, livr. 361, p. 164.

Bouillaud. — Rôle du fer en pathologie, livr. 366, p. 513.

Bouley. — Police sanitaire applicable à la peste bovine, livr. 365, p. 439.

Bourget. — Sur le coëfficient économique dans la thermo-dynamique, livr. 365 p. 412.

Bourgoin. — Sur la nature complexe de la cathartine, livr. 361, p. 77.

Boussinesq. — Sur les lignes des pentes à *maxima* et *minima*, livr. 361, p. 73.

Boussingault. — Matière sucrée apparue sur les feuilles d'un tilleul, livr. 361, p. 84. — Du fer contenu dans le sang et dans les aliments, livr. 366, p. 512; *ibid.*, livr. 368, p. 670 et 674.

Boussingault (Joseph). — Note sur la sorbite, livr. 365, p. 434.

Branly. — Mesure de polarisation dans l'élément voltaïque, livr. 363, p. 263.

Bronner et **Gutzkow.** — Brevet pour la production de l'anthracène et de l'alizarine artificielle, livr. 363, p. 274.

Broquin et **Lainé.** — Borne-fontaine incongelable, livr. 371, p. 940.

Brémond. — Sur l'absorption cutanée, livr. 367. p. 616.

Brook. — Fabrication de coton à coudre, livr. 369, p. 718.

Brown. — Perfectionnements dans la construction des machines à percer les rochers, livr. 367, p. 567.

Buell (H. Richard). — De la préservation et conservation des bois de construction, livr. 369, p. 756.

Bulk. — Sulfacides des couleurs d'aniline, livr. 372, p. 1008.

Burcq (docteur). — Sur l'immunité dont jouissent, dans les épidémies cholériques, les ouvriers qui travaillent le cuivre, livr. 366, p. 515.

Burgraëve (docteur). — Notes relatives à la médecine dosimétrique, livr. 362, p. 180.

Burk. — Controleur pour trains de chemins de fer et autres véhicules, livr. 367, p. 566. — Filtration industrielle des liquides, livr. 367, p. 565.

C

Cahen. — Absorption des fumées sulfureuses, livr. 367, p. 571.

Cailletet. — Origine du carbone fixé par les végétaux à chlorophylle, livr. 361, p. 79. — Influence de la pression sur les raies du spectre, livr. 365, p. 443.

Calvert (C.). — Leçons sur les matières colorantes, 2e, 3e et 4e leçons, livr. 361, 363, 365, p. 22, 241, 385. — Oxydation du fer, livr. 363, p. 279. — Sur la poudre de blanchiment, livr. 366, p. 516. — Substances qui préviennent la putréfaction, livr. 372, p. 1013 et 1014.

Carles. — Étude sur les quinquinas, livr. 361, p. 95.

Caron. — Sur le fer cristallisé et *brûlé*, livr. 363, p. 270.

Cayley. — Sur les courbes aplaties, livr. 364, p. 236.

Cazin. — Méthode pour déterminer la quantité de magnétisme d'un électro-aimant, livr. 364, p. 337.

Cech. — Appareil pour transporter et conserver de grandes quantités de pétrole, livr. 369, p. 711.

Chabrier. — Modifications que subit l'acide nitreux au contact du sol, livr. 361, p. 79. — Aptitude de certains gaz à acquérir, sous l'influence de l'électricité, des propriétés actives persistantes, livr. 369, p. 782.

Chaffner (Max). — Fabrication en grand du thallium, livr. 370, p. 854.

Chamousset. — Locomotive routière, livr. 369, p. 710.

Champion. — Sur quelques composés de la paraffine, livr. 367, p. 616.

Champion et **Pellet.** — Sur la théorie de l'explosion des composés détonnants, livr. 368, p. 672. — Mouvements vibratoires produits par les composés explosifs, livr. 371, p. 909.

Champouillon. — Putréfaction rapide des cadavres alcoolisés, livr. 364, p. 343.

Chancel (G.). — Sur un nouveau procédé saccharimétrique, livr. 362, p. 161.

Chandler (C.-F.). — Rapport sur l'huile de pétrole, ses avantages et ses inconvénients, au point de vue spécial de prévenir les dangers qu'entraîne le commerce du naphte, livr. 368, p. 676; livr. 372, p. 962.

Chevalier et **Mentz.** — Problèmes de mathématiques avec leurs solutions développées, livr. 367, p. 623.

Chevreul demande qu'on termine promptement le tome XXXIX qui doit contenir ses mémoires, parce qu'il aperçoit des points noirs, livr. 361, p. 83. — Historique de la fermentation, les idées de Stahl, livr. 362, p. 162. — L'appréciation de Paul Havrez sur son traité des couleurs, *ibid.*, p. 155. — Cristallisation saline très-remarquable, livr. 364, p. 339; livr. 365, p. 434. — Sur l'histoire des théories de la fermentation, livr. 365, p. 432. — Médaille pour célébrer ses quatre-vingt-six ans, livr. 370, p. 852. — Sur la stabilité des couleurs fixées sur les étoffes et sur l'instabilité des couleurs d'aniline, livr. 371, p. 912. — Réponse aux allégations de M. Gruyer, livr. 372, p. 977 et p. 983.

Ciotti. — Sur un nouveau propulseur, livr. 361, p. 74.

Clark (John). — Sur l'essai des minerais de chrôme, livr. 365, p. 428.

Claudet. — Nouveau procédé d'extraction de métaux précieux contenus dans les pyrites cuivreuses, livr. 370, p. 858.

Clermont. — Sur les trichloro-acétates métalliques, livr. 366, p. 519.

Cloez (S.) et **Fr. Guignet.** — Lokao ou vert de Chine, sa composition, livr. 365, p. 394. — Son emploi en teinture, livr. 367, p. 593.

Cochrane. — Machine à haver ou tailler la houille, les roches et autres minéraux, livr. 369, p. 713.

Colladon. — Appareil pour la compression du gaz et de l'air, livr. 371, p. 938. — Effets de la foudre sur les arbres, livr. 372, p. 992.

Collet. — Sur la combustion spontanée d'une poutre sous l'action de la chaleur seule, livr. 370, p. 834. — Discussion à ce sujet, *ibid.*

Conci. — Échafaudage mécanique avec translation en fer, à ponts mobiles, livr. 367, p. 565.

Coppet. — Sur la sursaturation de la solution de chlorure de sodium, livr. 362, p. 157.

Corbin. — Chemin de fer d'exploitation rurale, livr. 369, p. 708.

Cornu et **Mercadier.** — La question des intervalles musicaux, livr. 362, p. 157.

Coumbary. — Sur les prédictions de tremblements de terre, livr. 364, p. 337.

Coupier et **Collin.** — Encre des écoles, livr. 367, p. 573.

Creuse (J.). — Dosage de l'acide citrique, livr. 372, p. 974.

Crova. — Sur les échelles thermométriques. — Sur les phénomènes d'interférence, livr. 365, p. 434.

Crowder. — Dosage de l'acide nitreux dans l'acide sulfurique, livr. 372, p. 973.

D

Daniel. — Procédé de peinture décorative sur étain, livr. 365, p. 441.

Dareste. — Existence de l'amidon dans les testicules, livr. 362, p. 148. — Existence de l'amidon dans la tortue d'eau douce, livr. 368, p. 668.

Dartein. — Construction des cartouches pour armes à feu, livr. 369, p. 714.

David. — Sa nomination comme correspondant, livr. 365, p. 433. — Observations zoologiques faites dans la province de Tché-Kiang, livr. 368, p. 663.

Debray. — Affinage de l'or, livr. 364, p. 367. — Composition et nature du pourpre de Cassius, livr. 372, p. 1007.

Déclat (docteur). — De la curation des maladies de la peau, livr. 370, p. 864.

Decharme. — Sur le mouvement ascensionnel spontané des liquides dans les tubes capillaires, livr. 365, p. 434.

Deherain. — Intervention de l'azote atmosphérique dans la végétation, livr. 361, p. 72.

Dejon. — Graissage des laines, livr. 367, p. 577.

De la Rive. — Théorie des aurores polaires, livr. 365, p. 432.

De la Rive et **Sarasin.** — Sur le jet électrique dans les gaz raréfiés, livr. 365, p. 439.

Delaunay. — Le froid du 9 décembre 1871 entre Charville et Paris, livr. 361, p. 71 et 76. — Sur les mouvements du périgée et du nœud de la lune, livr. 361, p. 80. — Réponse aux critiques de M. Renou, livr. 362, p. 156. — Remarques au sujet des expériences de M. Wolf sur le pouvoir réflecteur des miroirs en verre argenté, livr. 363, p. 262. — Sa mort annoncée à l'Académie, livr. 369, p. 781.

Delesse. — Déformation subie par les terrains de la France, livr. 365, p. 441.

Delheid. — Fabrication de matières stéarineuses, livr. 369, p. 716.

Delvigne. — Fusil-canon porte-amarrre, livr. 367, p. 568.

Demarquay (docteur). — De l'emploi combiné de la morphine et du chloroforme pendant les opérations chirurgicales, livr. 369, p. 781.

Descloizeaux. — Sur l'amblygonite et la montébrasite, livr. 368, p. 666.

Deprez. — L'intégromètre, livr. 372, p. 931.

Despine (docteur). — Le démon alcool, livr. 362, p. 192.

Deville (Charles). — Sur la précocité du froid en 1871, livr. 361, p. 72. — Sur les retours périodiques des phénomènes électriques de l'atmosphère, livr. 363, p. 265. — Annonce son remplacement de l'observatoire de Montsouris, livr. 365, p. 433.

Deville (Henri). — Sur les hautes températures et sur celle du soleil, livr. 362, p. 149.

Dewilde. — Utilisation des déchets de tannerie, livr. 367, p. 571.

Diamilla-Miller. — Carte des *isogones* magnétiques de la mer Adriatique, livr. 365, p. 435.

Ditte. — Sur la volatilisation apparente du sélénium et du tellure, livr. 365, p. 434.

Domeyko. — Sur une nouvelle collection de minéraux du Chili, livr. 368, p. 666.

Donné (docteur). — Expériences sur la génération spontanée, livr. 370, p. 830.

Dorvault. — Nouvelle édition de l'*Officine*, livr. 362, p. 191.

Draper (W.). — Sur les fâcheux effets de l'emploi de l'arsenic dans la fabrication de certaines couleurs vertes, livr. 371, p. 881.

Drecon. — Procédé de fabrication du chlore, livr. 369, p. 721.

Dubrunfaut. — Ses expériences sur la combustion du carbone et de l'acide carbonique, livr. 361, p. 75 et livr. 362, p. 148.

Dubois. — Sur le gyroscope marin, livr. 362, p. 153.

Duchemin. — Construction des paratonnerres, livr. 363, p. 271. — Sur un papier végétal venant de Chine, livr. 367, p. 612.

Duclaux. — Lois de l'écoulement des liquides, livr. 362, p. 160. — Sur la composition de l'iodure d'amidon, livr. 363, p. 264. — Influence du froid d'hiver sur les graines végétales, livr. 364, p. 339. — Observations, avec M. Cornu, sur le *Phylloxera*, livr. 372, p. 984.

Dufossé. — Sur les bruits et les sons expressifs que font entendre les poissons, livr. 366, p. 518. — Rapport de M. Ch. Robin, livr. 372, p. 992.

Duhamel. — Sa mort, livr. 365, p. 439.

Dumas. — Réponse aux expériences de M. Dubrunfaut, livr. 362, p. 148, et livr. 370, p. 839. — Recherches sur la fermentation alcoolique et sur les ferments appartenant au groupe de la diastase, livr. 369, p. 744, 755 et 775.

Du Moncel. — Les piles à charbon, livr. 371, p. 925.

Dumont. — Sur la distribution des eaux du Rhône à Nîmes, livr. 366, p. 517.

Dupuy de Lôme. — Sur la direction des ballons, livr. 362, p. 158. Etude de M. Fonvielle sur son expérience, liv. 362, p. 175.

Duquesnel. — L'aconitine cristallisée, livr. 366, p. 477.

Durand (Émile). — Sur la lumière oxyhydrique proposée par M. Tessié-Dumotay; critique, livr. 363, p. 274.

Dusart et **Ch. Bardy.** — Action du phénol sur le chlorhydrate de phénylamine, livr. 362, p. 151.

Duval (docteur). — Cours de physiologie du docteur Kuss, livr. 372, p. 1019.

Duvillier (E.). — Préparation de l'acide chromique avec le chromate de baryte, livr. 371, p. 909.

E

Ehremberg. — Sa lettre de remerciements pour le prix Cuvier, livr. 361, p. 83.

Engel. — Etude de diverses espèces de levûres alcooliques, livr. 462, p. 165.

Eschka. — Dosage du mercure dans ses minerais, livr. 372, p. 975.

Estor et **C. Saint-Pierre.** — Sur les procédés d'analyse des gaz du sang, livr. 362, p. 154 et 157.

Exter. — Frein automatique pour wagons, livr. 369, p. 710.

F

Fahlberg. — Dosage du monosulfure de calcium dans le noir animal, livr. 372, p. 976.

Faucon. — Habitude du phylloxera, livr. 370, p. 837.

Favre. — Sur la conductibilité électrique des liquides, livr. 361, p. 78.

Favre et **Valson.** — Sur la dissociation cristalline, livr. 365, p. 435; livr. 372, p. 983.

Faye. — Sur le rôle de la photographie dans la prochaine observation du passage de Vénus sur le soleil, livr. 370, p. 833. — La société des spectroscopistes italiens. — L'hypothèse des vents alizés sur le soleil de M. Zœllner, livr. 365, p. 433. — Réponse à M. Tacchini, livr. 365, p. 442.

Feltz. — Sur les lésions osseuses, livr. 364, p. 342. — Action du sucre cristallisable sur le réactif cuprotartrique, livr. 372, p. 979.

Ferdinand (Jean). — Sur le dosage du glucose, livr. 361, p. 75 et livr. 363, p. 278. — Sur la transformation des matières fécales en engrais pulvérulent, livr. 363, p. 276. — Sur l'analyse des savons, livr. 366, p. 524.

Ferdinand (del). — Machine à casser les pierres, livr. 369, p. 713.

Ferrière (E.). — Sur les causes des fièvres intermittentes et les moyens de les combattre, livr. 372, p. 1015.

Figuier (L.). — Le lendemain de la mort, livr. 365, p. 447.

Fischer et **Follin.** — Dragages exécutés dans la fosse du cap Breton en 1871, livr. 364, p. 338.

Flemming. — Nouveau traité de la rage, livr. 371, p. 926.

Fonvielle (W.). — Sur des phénomènes acoustiques observés en ballon, livr. 361, p. 75. — Etude sur l'aérostat de Dupuy de Lôme, livr. 362, p. 175. — Cas de foudre, explication, livr. 363, p. 271. — Danger des masses métalliques en temps d'orage, livr. 368, p. 673. — Observation des derniers orages livr. 368. p. 675. — Moyen de protéger les habitations contre les dangers d'une fulguration, etc., livr. 364, p. 337. — Sur l'efficacité des paratonnerres, livr. 371, p. 915.

Fouque. — Absence de gaz combustibles dans les émanations de la *Caldeira* de Turnas, livr. 368, p. 666.

Fournié (docteur). — Expériences de physiologie cérébrale, livr. 372, p. 979 et 997.

Fremy. — Son intervention dans la réponse que fait M. Pasteur à M. Liebig sur le mémoire des fermentations, livr. 362, p. 128. — Son intervention dans une lecture de M. Trecul, *ibid.*, p. 143 et 150. — Recherches sur les fermentations; 1er mémoire, livr. 362, p. 155; 2e mémoire, livr. 363, p. 195 et 202. — Réponse de M. Pasteur, *ibid.* p. 207; livr. 372, p. 980, 988 à 992 et 995.

Fresenius (H.). — L'acide rosolique, livr. 365, p. 371. — la coralline, *ibid.*, p. 372.

Fresenius (L.). — Sur les méthodes de dosage de l'acide phosphorique, livr. 365, p. 423.

Friedel et **Silva.** — Sur les isomères de la trichlorhydrine, livr. 364, p. 339. — Reproduction de la glycérine, livr. 367, p. 606.

Fron. — Certains tremblements de terre pouvant être prévus, livr. 362, p. 158.

Fournier. — De la régulation des compas à la mer, livr. 367, p. 618.

Furstenau. — Fabrication de l'outremer par une seule calcination, livr. 369, p. 736.

G

Gaffard. — Histoire du tabac; son usage nuisible à la santé, etc., livr. 372, p. 1020.

Gaffield. — Résultats produits par l'insolation sur diverses espèces de verres, livr. 370, p. 834.

Gaiffe. — Nouvelle pile électrique, livr. 368, p. 667.

Gasparin (P.). — Sur la constitution des argiles à Vistres, près de Nîmes, livr. 365, p. 440.

Gaudin. — Son cent millionième de millimètre, livr. 372, p. 998.

Gaudry. — Son élection à une place de professeur au Muséum, livr. 366, p. 515. — Sur les animaux fossiles du mont Liberon, livr. 365, p. 436.

Gaugain. — Sur les forces électromotrices développées au contact des métaux, livr. 363, p. 267.

Gauthier de Claubry conteste ce qu'a dit M. Champouillon sur la putréfaction des cadavres alcoolisés, livr. 365, p. 435.

Genocchi. — Intensité de la chaleur du soleil dans les régions polaires, livr. 367, p. 612.

Gensoul. — Sténographie mécanique, livr. 367, p. 573.

Gerber-Keller. — Vaste école agricole à Proskau; industrie du pays, livr. 369, p. 784.

Gernez. — Recherches sur les raies produites par les solutions des acides hypoazotique, hypochlorique et chloreux, livr. 362, p. 165. — Sur les spectres d'absorption du chlore et du chlorure d'iode. livr. 363, p. 269. — Sur les spectres d'absorption des vapeurs de soufre, etc., livr. 364, p. 339. — Du sélénium, livr. 365, p. 440.

Gilon. — Fabrication de canons pour armes à feu en fonte malléable et en acier, livr. 367, p. 568.

Gillot. — Réclamation de priorité contre M. Gruner, relative à l'action de l'oxyde de carbone sur le fer et ses oxydes, livr. 365, p. 436.

Girard (Aimé). — Etude sur les marais salants et de l'industrie saunière du Portugal, livr. 365, p. 440.

Girard et **Delaire.** — Sur la diphénylamine, livr. 364, p. 340. — Sur la fabrication des couleurs d'aniline, livr. 367, p. 596; livr. 368, p. 675.

Girardin. — Ses leçons de chimie, livr. 371, p. 866.

Godin-Lemaire. — Cuisinière en fonte, livr. 369, p. 716.

Grehant. — Sur la respiration des poissons dans l'eau, livr. 363, p. 268. — Dosage de l'urée, livr. 368, p. 668. — Recherches comparatives sur l'absorption des gaz par le sang, livr. 369, p. 782.

Gosselin (docteur). — Maladies chirurgicales de l'adolescence, livr. 365, p. 433.

Goulding. — Machine à carder et à filer, livr. 369, p. 718.

Græger (docteur G.). — Préparation de l'argent pur, livr. 364, p. 352.

Grandeau. — Rôle des matières organiques du sol dans les phénomènes de la nutrition des végétaux. — Analyse des terres de Russie, livr. 365, p. 435. — Procédé de dosage de l'acide phosphorique, livr. 372, p. 1018.

Grandjean. — Chauffage et ventilation des voitures de chemin de fer et des bateaux, livr. 367, p. 569.

Grimaux. — Chimie organique et élémentaire, livr. 365, p. 446. — Sur quelques dérivés du tétrachlorure de naphthaline, livr. 369, p. 779.

Gris (Eusèbe). — Action du sulfate de fer dans la végétation, livr. 368, p. 703.

Grothe. — Couleurs d'aniline à l'iode; emploi de l'alizarine artificielle pour le rouge turc; emploi de l'acide molybdique comme matière colorante, livr. 367, p. 591, 592, 593.

Gruner. — Rapport de M. Deville sur son mémoire, livr. 362, p. 153.

Gubler (docteur). — Emploi du sous-nitrate de bismuth en médecine, livr. 362, p. 184.

Guéroult (G.). — Harmonium à double clavier, livr. 365, p. 440.

Guibal. — Appareil de ventilation des mines, livr. 363, p. 269.

Guillemin. — Les anneaux de Saturne, livr. 371, p. 911.

Guillier. — Médecine pour le *Phylloxera*, livr. 371, p. 925.

H

Hamy. — Les nègres brachycéphales, livr. 362, p. 161.

Harting. — Sur la manne du tilleul, livr. 362, p. 165. — Le physomètre, livr. 366, p. 519.

Havrez (Paul). — Etude de l'alunage des laines, avec le rapport de MM. Dauny, Melsens et Dewalque, livr. 367, p. 598. — Formules pour les lois de teinture, livr. 372, p. 993.

Heis. — Aurores boréales, livr. 365, p. 437.

Hemilian et **Melnikoff.** — Recherches sur le rôle de l'acide sulfureux, employé pour opérer la saccharification et l'alcoolisation des grains, d'après une méthode nouvelle, livr. 369, p. 770.

Hemptinne. — Appareil de concentration de l'acide sulfurique à l'aide du vide, livr. 369, p. 717.

Henry (Prosper et Paul). — Construction des cartes célestes très-détaillées. M. Delaunay met une première carte sous les yeux de l'Académie, livr. 362, p. 154.

Heraud. — Détermination des ondes diurnes et semi-diurnes de la marée dans la basse Cochinchine, livr. 365, p. 441.

Hesse (E.). — Les bases de l'opium, livr. 370, p. 800.

Heuze. — Le *Phylloxera vastatrix* dans la région de l'olivier, livr. 365, p. 399.

Hills. — Fabrication et purification du gaz, livr. 371, p. 930.

Hirn. — Conditions d'équilibre et nature probable des anneaux de Saturne, livr. 370 p. 836.

Hock. — Sur la recherche et le dosage de la paraffine dans les bougies stéariques, livr. 365, p. 429.

Hœfer. — Histoire de la physique et de la chimie, livr. 365, p. 446.

Hofmann (W.). — Sa lettre au docteur Quesneville, liv. 363, p. 286. — La chimie organique et la thérapeutique, liv. 364, p. 307. — Sur la conversion de l'aniline en toluidine, livr. 370, p. 849.

Houzeau. — Appareil pour la production de l'ozone, livr. 367, p. 575. — Oxydation instantanée de l'alcool par l'ozone, liv. 368, p. 667. — Sur l'air de la campagne relativement à l'ozone, livr. 364, p. 336. — Tube ozoniseur, livr. 362, p. 154. — Pouvoir décolorant de l'ozone, livr. 369. p. 779.

Huggins. — Spectre de la comète d'Encke, livr. 362, p. 152.

Hurner et **A. Guerout.** — Sur les chlorures de soufre, livr. 370 p. 856.

J

Jacobi. — Sur les courants d'induction produits dans les bobines d'un électro-aimant, etc., livr. 362, p. 153. — Bechercherches identiques de M. Violle, livr. 362, p. 157.

Jacquez. — Son paquet cacheté contenant la découverte de la propriété antifermentescible du borate de soude, livr. 372, p. 986.

Jamin et **de Laurès.** — Sur les changements de poids que le corps humain éprouve dans les bains (voir l'article de M. de Parville sur les bains), livr. 368, p. 698.

Jamin et **Richard.** — Sur le refroidissement des gaz, livr. 368, p. 666.

Jannetaz. — Nouveau type de cristaux, livr. 364, p. 341.

Janssen. — Ses télégrammes datés d'Ootacamund annonçant qu'il a très-bien annoncé l'éclipse, livr. 361, p. 77. — Deux nouvelles lettres datées de Sholour, dans les Nilgherris, livr. 362, p. 147 et 151.

Jeavons. — Fabrication des plaques de blindage, livr. 369, p. 712.

Jouglet. — Sur le procédé Pasteur pour préparer la bière, livr. 369, p. 765. — Revue des inventions nouvelles, livr. 367, p. 563; *ibid.*, livr. 369, p. 707. — La monnaie de platine, livr. 372, p. 1003. — La lumière oxyhydrique devant le jury officiel. livr. 372, p. 1016.

Joulie. — Dosage de l'acide phosphorique dans tous les produits qui intéressent l'agriculture et la physiologie, livr. 363, p. 212; livr. 367, p. 531; livr. 369, p. 707.

K

Kessler. — Modification des procédés de dosage de l'azote, livr. 363, p. 271, livr. 364, p. 343.

Kielmeyer. — Impression de la coralline sur la laine, livr. 369, p. 740.

Kirkpatrick. — Production de l'oxygène, livr. 367, p. 569.

Klein. — Compteur d'eau, livr. 369, p. 722.

Knapp. — Traité de chimie technologique et industrielle, livr. 362, p. 192.

Kolb. — Table pour les densités de l'acide chlorhydrique, livr. 364, p. 337.

Kolbe. — La franchise de M. Kolbe, livr. 362, p. 190.

Kobell. — Les minéraux; guide pratique pour leur détermination, avec des additions par F. Pisani, livr. 365, p. 447.

Kopp (E.). — L'anthracène et ses dérivés, livr. 361, p. 83; *ibid.*, livr. 363, p. 252; livr. 364, p. 319; livr. 368, p. 681. — Isopurpurine, produit extrait de l'alizarine artificielle de MM. Gessert frères, livr. 368, p. 686.

Kurtz (docteur). — Sur la préparation de l'acide tartrique dans le sud de l'Allemagne, livr. 364, p. 354.

Kuss (E., docteur). — Cours de physiologie de la Faculté de Strasbourg, rédigé par M. Duval, livr. 372, p. 1019.

L

Labbé et **Guyon.** — L'anesthésie par la morphine et le chloroforme, livr. 363, p. 269.

Laborde (l'abbé). — Action de l'oxygène sur certaines infusions végétales, livr. 365, p. 440.

Lafollye. — Dosage du cuivre, livr. 365, p. 438; livr. 370, p. 857.

Laliman. — Sur le *Phylloxera*, livr. 367, p. 616.

Lallemand. — Polarisation et fluorescence de l'atmosphère, livr. 371, p. 908.

Landrin. — De l'action réciproque, par diffusion, des acides et des bases alcalines séparés par une cloison poreuse, livr. 363, p. 271.

Larousse. — Etude sur les embouchures du Nil, livr. 363, p. 269.

Laugier. — Anus normal à l'aine droite, livr. 361, p. 84. — Sa mort, livr. 363, p. 261.

Laurence. — Sur une combinaison d'acide stannique avec l'acide acétique anhydre, livr. 367, p. 612.

Laussedat. — Sur l'aurore boréale du 4 février, livr. 363, p. 269.

Lauth (Ch.). — Sur la fabrication des couleurs d'aniline, livr. 368, p. 664.

Le Blanc. — Sur l'ozone et l'eau oxygénée, livr. 370, p. 831.

Lebon (Gustave). — Nouveau traité de physiologie humaine appliquée à l'hygiène et à la médecine, livr. 366, p. 520.

Lechartier et **Bellamy.** — Production de l'alcool par les fruits, livr. 372, p. 987.

Leclanché. — Mécanisme d'horlogerie, livr. 367, p. 577.

Leclère. — Dosage du manganèse, livr. 372, p. 998.

Ledieu. — Objections contre le gyroscope Dubois, livr. 362, p. 156. — Sa nomination comme correspondant dans la section de géographie, livr. 365, p. 433.

Lefort. — Son élection à l'Académie de médecine, livr. 363, p. 284.

Leroy-Dreptin. — Foyer fumivore, livr. 369, p. 715.

Letellier. — Son procédé pour faire la glace, livr. 362, p. 163.

Levasseur. — Etude et enseignement de la géographie, livr. 362, p. 162.

Le Verrier. — Mémoire sur les théories des quatre planètes supérieures : Jupiter, Saturne, Uranus et Neptune, livr. 366, p. 509. — Sur les masses des planètes et la parallaxe du Soleil. Discussion à ce sujet, livr. 368, p. 668. — Détermination des actions mutuelles de Jupiter et de Saturne, livr. 370, p. 829. — Variations séculaires, livr. 372, p. 994.

Leygue et **Champion.** — Appareil pouvant servir à mesurer les températures d'altération et de détérioration des composés explosifs, livr. 361, p. 79.

L'Hermite (Jean). — L'homme devant ses œuvres, livr. 370, p. 864.

Liais. — Ses observations, livr. 362, p. 155 et 156.

Liebermeister (docteur). — Du traitement de la fièvre avec une note du docteur Burgræve, livr. 363, p. 280.

Liebermann et **Dorp.** — Recherches chimiques sur la cochenille au point de vue théorique, livr. 369 p. 724.

Liebig (J.). — La source de la force musculaire, livr. 361, p. 7. — Mémoire sur la fermentation, livr. 362, p. 99. — Du sel marin contenu dans l'extrait de viande, livr. 365, p. 383. — Note pour servir à l'histoire du chloroforme, livr. 366, p. 520.

Lightfoot. — Histoire du noir d'aniline, livr. 362, p. 165.

Limousin. — Préparation du sulfovinate de soude, livr. 367, p. 621.

Linard. — Procédé de purgation des masses sucrées, livr. 369, p. 708.

Lion et **Diamilla-Muller.** — Action des éclipses sur les éléments du magnétisme terrestre, livr. 362, p. 152.

Liversidge. — Dosage du manganèse, livr. 372, p. 973.

Loarer. — Sa proposition de détruire le *Phylloxera*, livr. 372, p. 985.

Lœwy. — Sa nomination au Bureau des longitudes, livr. 368, p. 675.

Lœwy et **Tisserand.** — Leur recherche de la planète Ditte (99), livr. 363, p. 263.

Louvet. — Procédé de conservation des grains, livr. 362, p. 163.

Lovin. — Son élection comme correspondant dans la section d'anatomie et de zoologie; M. Darwin, son concurent est écarté, livr. 368, p. 671.

Luca (de). — Analyse d'un alun complexe de la Solfatare de Pouzzole, livr. 362, p. 148. — Composition des gaz qui se dégagent des fumerolles, livr. 363, p. 264.

Lucas et **Cazin.** — Sur la durée de l'étincelle électrique, livr. 362, p. 151.

Lucas (F.). — Expérience d'acoustique faites sur la Seine, livr. 368, p. 671.

Lyell (Ch.). — Ses principes de géologie traduits par J. Ginestou, livr. 368, p. 674.

M

Maldinié. — Appareil à eau de Seltz, livr. 369, p. 719.

Marey. — Le vol des oiseaux (suite), livr. 363, p. 266.

Martin de Brettes. — Sur le mouvement des projectiles oblongs dans les milieux résistants, livr. 362. p. 146.

Martins (C.). — De la nature orageuse, etc.. dans le département de l'Hérault, livr. 367, p. 611. — Position originelle et normale de la main chez l'homme, etc., livr. 362, p. 156.

Marvaud (docteur). — Effets physiologiques et thérapeutiques des aliments d'épargnes, livr. 363, p. 283.

Mascart. — Son élection à la chaire de physique du collège de France, livr. 365, p. 441.

Massenat, etc. — Squelette humain de l'âge du Renne découvert à Dugerie-Basse (Dordogne), livr. 365, p. 437.

Mathieu et **Orbain.** — Etude des gaz du sang, livr. 362, p. 151.

Maumené. — Sa position particulière avec les chimistes, livr. 368, p. 667.

Mayer (Ch.). — Sur l'acide disulfoanthracénique, livr. 363, p. 260.

Mayer (Ad.). — Recherches sur la fermentation alcoolique et sur la nutrition du champignon de la levûre, livr. 364, p. 291.

Mayer (A.-M.) — Expériences acoustiques, livr. 364, p. 338.

Mège-Mouriès. — Beurre artificiel, livr. 369, p. 740.

Mehu. — Annuaire pharmaceutique, livr. 362, p. 191.

Meineke (K.). — Dosage du soufre et du phosphore dans le fer, livr. 365, p. 427.

Melsens. — Effets de la pénétration des projectiles dans divers milieux, livr. 365, p. 440.

Merrick (J.-M.). — Essai de la cochenille, livr. 365, p. 430.

Meunier (St.). — Cours élémentaire de géologie appliquée, livr. 361, p. 95. — Types de transition parmi les météorites, livr. 362, p. 149. — Sur la stratigraphie des météorites, livr. 362, p. 158. — Etude minéralogique de la serpentine grise, livr. 366, p. 509.

Meyers (V.). — Action du soufre sur la vapeur d'eau, livr. 362, p. 152.

Miller (J.-T.). — Dosage de la morphine dans l'opium, livr. 364, p. 317.

Milne Edwards (Alph.). — Oiseaux fossiles, livr. 365, p. 436.

Mohl (Hugo de). — Sa mort, livr. 365, p. 434.

Moigno (l'abbé). — Réponse à une de ses attaques, livr. 370, p. 863.

Moitessier. — Sur la chaleur absorbée pendant l'incubation, livr. 361, p. 82.

Moleschott et **Rubini.** — Recherches sur la chondrine, livr. 369, p. 775.

Monnier (E.). — Sur la pureté relative des eaux potables. — Détermination des substances organiques, livr. 371, p. 915.

Monoyer. — Les phénomènes de fermentation ; leurs rapports avec la physiologie pathologique, livr. 372, p. 977.

Montefiori-Levi et **Kunzel.** — Réponse à une réclamation de Ruoltz et Fontenay, livr. 362, p. 157.

Morin (général). — Lois du mouvement des projectiles, livr. 364, p. 340.

Morin (J.). — Sur une nouvelle pile pour la thérapeutique à sulfate de cuivre, livr. 367, p. 615.

Morse. — Notice nécrologique, livr. 365, p, 445.

Mortlaux. — Jambe artificielle, livr. 369, p. 719.

Mounier. — Des organes respiratoires chez les larves aquatiques, livr. 362, p. 153.

Mouru de Lacotte. — Teinture au permanganate de soude, livr. 367, p. 570.

Moutier. — Eléments de thermodynamique, livr. 367, p. 622.

Muller (docteur). — Sa réponse à M. Jouffroy, livr. 362, p. 190.

Muller (A.) — Méthode pour déterminer la valeur des couleurs d'aniline, livr. 365, p. 431.

Muller et **Eichelbrenner.** — Chauffage des fours pour la distillation des gaz d'éclairage par les combustibles menus, livr. 369, p. 716.

Muntz. — Statistique des cultures industrielles, livr. 365, p. 436.

N

Naquet (Alfred). — Précis de chimie légale, livr. 370, p. 864.

Nativelle. — Obtention du prix Orfila pour la découverte de la digitaline pure et cristallisée, livr. 363, p. 284. — *Id.*, livr. 368, p. 689.

Negrier, etc. — Système de serrure, livr. 369, p. 716.

Netter (docteur). — Traitement du choléra par l'eau ingurgitée coup sur coup, livr. 370, p. 837.

Newton. — Préservation des substances animales et végétales, livr. 367, p. 565.

Niepce. — Ses titres à l'invention de la photographie, livr. 361, p. 73.

Norton. — Appareils pour tailler et rhabiller les meules de moulin, livr. 367, p. 566.

O

Oller. — Poudre de mines, livr. 367, p. 572.

Ollier. — Les greffes cutanées, livr. 364. p. 340.

Oré. — La strychnine n'est pas l'antidote du chloral, livr. 366, p. 519; livr. 367, p. 616 et 619; livr, 368, p. 673.

Orval. — Mode d'apprêtage des canons de fusil en damas et en torche, livr. 369, p. 714.

P

Pambour (de). — Théorie de la roue à réaction, livr. 368, p. 667.

Papillon (F.). — Le déterminisme dans les phénomènes de la vie (suite et fin), livr. 361, p. 46. — Analyse critique d'une thèse de M. Ritter, livr. 364, p. 358. — Les odeurs, d'après les découvertes de la chimie et de la physiologie, livr. 364, p. 296. — L'*Eucalyptus globulus* au point de vue industriel, hygiénique, économique, médical et pharmaceutique, livr. 367, p. 553. — Revue de physiologie et de chimie physiologique, livr. 369, p. 772.

Parville (de). — La question de l'absorption par la peau, livr. 368, p. 698. — Causeries sicientifiques, livr. 366, p. 515.

Pasteur. — Réponse à un mémoire de M. Liebig, relatif à la fermentation, livr. 361, p. 76 et 77. — Réponse à M. Trecul, livr. 362, p. 135 et 136. — A M. Fremy, livr. 361, p. 76; livr. 362, p. 144 et livr. 363, p. 207, 210 et 262. — Observations sur la note de M. Vergnette sur le chauffage des vins, livr. 365, p. 407 et 410. —

Correspondance échangée entre M. Pasteur et M. Vergnette, livr. 368, p. 653. — Nouveau procédé pour la fabrication de la bière, livr. 369, p. 765. — Procès-verbal de dégustation des vins chauffés et non chauffés, livr. 369, p. 776. — Nouvelles expériences sur la fermentation produite par les organismes venant de l'extérieur, etc., livr. 371, p. 916 et 918. — Nouvelle discussion avec MM. Trecul et Fremy, livr. 372, p. 980 à 983, et 988 à 992 et 995.

Pelletan (Gabriel). — Pompe à aspirer les liquides dans les cavités splanchniques, livr. 371, p. 911.

Personne. — Présence du sélénium dans l'acide sulfurique du commerce, livr. 365. p. 440.

Persoz (Jules). — De la teinture des tissus en noir d'aniline, livr. 365, p. 396.

Peslin. — Sur les raies du spectre solaire, livr. 362, p. 157.

Peters. — Découverte de deux nouvelles planètes, livr. 370, p. 830.

Petit. — Sur les substances antifermentescibles, livr. 371, p. 925.

Perrier. — Sur la triangulation de l'Algérie, livr. 372, p. 994.

Pettenkoffer (M. V.). — De la transmission du choléra par les navires et de l'organisation des quarantaines, livr. 372, p. 947.

Phillips. — Nouveau théorème sur le spiral réglant des chronomètres, livr. 363, p. 265.

Phipson. — Sur la noctilucine, liv. 370. p. 831.

Picot. — Propriétés antifermentescibles du silicate de soude, livr. 372, p. 994.

Picquet. — Etude géométrique des systèmes ponctuels et tangentiels de sectoins coniques, livr. 367, p. 623.

Pierre (Isidore). — Sur les distillations simultanées, livr. 362, p. 160.

Pierre (Isidore) et **Puchot**. — Sur l'acide propylique, livr. 365, p. 262. — Nouvelles études propyliques, livr. 370, p. 830.

Pisani. — Analyse de l'amblygonite, livr. 361, p. 79.

Planchon. — Sur le *cratœgus aronia*, livr. 363, p. 271. — Etude de l'orme épineux, livr. 362, p. 149. — Sa nomination comme correspondant, livr. 369, p. 779. — Extension actuelle du *Phylloxera* en Europe, livr. 372, p. 984.

Planté. — Emploi des courants secondaires pour accumuler ou transformer les effets de la pile, livr. 363, p. 266.

Plateau (fils). — Sur la vapeur vésiculaire, livr. 362, p. 160.

Ponsard. — Fours métallurgiques avec chauffage au gaz et récupérateur de chaleur, livr. 367, p. 570.

Pouchet (G.). — Rapides changements de couleur chez les crustacés, livr. 364, p. 338. — Sur les colorations bleues chez les poissons, livr. 366, p. 510.

Prillieux. — De l'influence de la congélation sur le poids des tissus végétaux, livr. 366, p. 517.

Prinvault. — Action du brôme sur le protochlorure de phosphore, livr. 364, p. 342. — Transformation des pyrophosphates en phosphates, livr. 365, p. 442.

Q

Quatrefages. — Compte-rendu de sa réception à Bruxelles avec les autres représentants de l'Académie, livr. 366, p. 516. — Sur les races nègres, livr. 369, p. 778. — La phosphorescence animale, livr. 369, p. 778.

R

Rabuteau (docteur). — Sur les propriétés physiologiques de divers sels du genre chlorure et sur les albuminuries métalliques, livr. 361, p. 74. — Recherches physiologiques sur les principes immédiats de l'opium, livr. 365, p. 438, et livr. 367, p. 578. — Propriétés physiologiques de l'acide quinique. — Réduction dans l'économie du perchlorure de fer à l'état de protochlorure, livr. 368, p. 673. — Recherche d'un alcaloïde dans l'*Eucalyptus*, livr. 372, p. 985.

Rabuteau et **Massul**. — Sur les propriétés physiologiques et les métamorphoses des cyanates dans l'organisme, livr. 361, p. 82.

Rabuteau et **Papillon**. — Sur les propriétés antifermentescibles et l'action physiologique du silicate de soude, livr. 371, p. 912.

Rambosson. — L'éducation maternelle d'après les indications de la nature, livr. 361, p. 94. — Les lois de l'alimentation, livr. 363, p. 283. — Les lois de la vie, livr. 371, p. 366.

Rabey et **Richardson**. — Régulateurs des machines à vapeur, livr. 369, p. 712.

Ramon de Luna. — Action du sulfate de cuivre sur l'urine normale, livr. 370, p. 831.

Ranse (docteur). — Critique du dernier mémoire de M. Pasteur sur les fermentations, livr. 371, p. 922.

Reboul. — Sur deux nouveaux isomères du bromure de propylène, livr. 363, p. 267. — Sur les bromhydrates et chlorhydrates d'allylène, livr. 363, p. 270. — Identité des bromhydrates et des iodhydrates de propylène, livr. 365, p. 434.

Regnault. — Sa réclamation à propos des expériences de M. Merget sur la volatilité du mercure, livr. 361, p. 78.

Reigel. — Calibre plastique, livr. 369, p. 721.

Reineck. — Sur le dosage du ferrocyanogène, livr. 365, p. 427.

Renault (B.). — Propriétés réductrices de l'hydrogène et des vapeurs de phosphore, et leur application à la reproduction des dessins, livr. 365, p. 435. — *Ibid.*, livr. 366, p. 515; livr. 371, p. 929.

Renou. — Erreurs nombreuses signalées dans l'*Annuaire météorologique* de M. Marié-Davy, livr. 362, p. 154. — Réponse de M. Delaunay, *ibid.*, p. 156. — La note de M. Renou insérée dans les *Comptes-rendus* donne lieu à un orage, *ibid.*, p. 161.

Resal. — Des conditions de résistance d'un volant, livr. 361, p. 77. — Effets mécaniques du marteau-pilon américain, livr. 362, p. 160. — Sa candidature et sa nomination, livr. 365, p. 444.

Respigni. — Analyse spectrale de la lumière zodiacale, livr. 363, p. 263.

Riban. — Sur les aldéhydes condensées avec élimination d'eau ou aldanes, livr. 368, p. 665.

Rider. — Détente variable par le régulateur, appliquée aux machines à vapeur, livr. 367, p. 567.

Riotot et **Moley**. — Traverses pour chemins de fer, livr. 369, p. 709.

Ritter. — Sur la transformation des matières albuminoïdes en urée, livr. 362, p. 172. — Rapports entre les modifications du globule sanguin et celles des excrétions. Analyse critique, par F. Papillon, livr. 364, p. 358. — Sa lettre, livr. 365, p. 446. — De l'influence des eaux alcalines sur les calculs biliaires, livr. 369, p. 774.

Robaud. — Brise-rocs, ou poudre de mines, livr. 367, p. 572.

Robert (E.). — Destruction des insectes par le cuivre, livr. 367, p. 617.

Robert de Massy. — Appareil pour presser les pulpes, livr. 369, p. 707.

Rochard et **Legros**. — Du parasitisme végétal dans les altérations du pain, livr. 371, p. 913.

Rœlandt. — Imperméabilité des chaussures. Composition pour l'obtenir, livr. 369, p. 717.

Rolland (E.). — Sur les effets des variations du travail transmis par les machines, livr. 362, p. 146. — Sa nomination dans la section de mécanique, livr. 364, p. 339.

Rolland et **Renault**. — Revolver à cartouches, livr. 369, p. 714.

Roster (docteur Giorgio). — Sur une nouvelle espèce de concrétions urinaires rencontrées dans l'espèce bovine, livr. 370, p. 835 et 852.

Ruoltz et **Fontenay**. — Sur l'amélioration du métal des bouches à feu en bronze ou en fonte, livr. 361, p. 78.

Rutherfurd (Lewis). — Photographie de la Lune, livr. 372, p. 992.

Rutenberg. — Nouvelle dynamite, livr. 371, p. 943.

S

Sacc (docteur). — Sur un nouveau procédé de conservation des substances alimentaires par l'acétate de soude, livr. 368, p. 671. — Remède contre l'eczéma, *ibid.*, p. 688.

Saint-Edme. — L'électricité appliquée aux arts mécaniques, livr. 364, p. 368.

Saint-Martin. — Sur la fonction chimique de la santonine, livr. 372, p. 997.

Saint-Venant. — Sur l'hydrodynamique des cours d'eau, liv. 363, p. 265 ; livr. 364, p. 335.

Sala. — Nouvelle poudre de mines, livr. 371, p. 942.

Salet. — Lumière émise par la vapeur d'iode, livr. 365, p. 442.

Salva. — Parachute pour ascenseurs, livr. 369, p. 719.

Sauer et **Chacal**. — Nouveau procédé de panification, livr. 367, p. 564.

Saussure (de). — Sur l'éruption du Vésuve en avril 1772 et sur ceux d'avril 1872, livr. 368, p. 668.

Saint-Pierre. — Sur la décomposition spontanée de divers bisulfites, livr. 361, p. 82.

Scheffer (E.). — De la pepsine. Nouvelle méthode pratique pour la préparer, livr. 372, p. 998.

Scheibler (docteur). — Sophistication du sucre avec la dextrine, livr. 361, p. 31.

Scheurer-Kestner. — Déperdition du sodium dans la préparation de la soude artificielle, livr. 372, p. 977.

Schlagdenhauffen. — Étude sur la pyruvine, livr. 363, p. 271.

Schlœsing (Th.). — Sur la dissolution du carbonate de chaux par l'acide carbonique, livr. 367, p. 614.

Schnitzer (Guido). — De l'emploi du silicate de soude dans la fabrication des savons, livr. 364, p. 350.

Schwalbe (Ch.). — Transformation de la caséine en matière albumineuse, livr. 368, p. 687.

Secchi (le Père). — Sur la température du soleil, livr. 361, p. 81. — Les protubérances solaires, livr. 362, p. 153. — Réponse à des critiques, *ibid.*, p. 156. — Aurore boréale du 4 février, liv. 363, p. 265. — Résultats de l'éclipse de décembre 1871, livr. 365, p. 438. — La sincérité de sa conscience dans sa réponse à M. Respighi, livr. 367, p. 611.

Sédillot (docteur). — Son élection à l'Académie. Appréciation de son mérite et de celui de ses principaux concurrents, livr. 367, p. 613. — Sur les phénomènes de fermentation, livr. 372, p. 977.

Serret. — Théorie du pendule Foucault, livr. 362, p. 155.

Seynes (de). — Sur le *Penicillium bicolor*, livr. 361, p. 74. — Sur les prétendues transformations des bactéries et des mucédinées ou levûres alcooliques, livr. 362, p. 138 et 148.

Sidot. — Électrisation de certains métaux, livr. 362, p. 151. — Production d'un phosphure de fer cristallisé, livr. 366, p. 516.

Siebert. — L'apomorphine et sa préparation, livr. 367, p. 620.

Siegwart. — Sur la fabrication du verre, livr. 370, p. 839.

Silbermann. — Théorie des aurores boréales, livr. 363, p. 264.

Silliman (B.). — Rapport sur l'huile minérale ou pétrole du comté de Venango (Pensylvanie), considérée au point de vue de son emploi pour l'éclairage, etc., livr. 366, p. 469.

Simonin et **Coffin**. — Procédé pour désuinter la laine, etc., livr. 367, p. 572.

Simpson. — Les poisons indiens. Conférence faite à Glasgow, livr. 366, p. 482.

Smith. — La houille et l'exploitation des houillères de l'Angleterre. Traduit par G. Maurice, livr. 370, p. 864.

Sollier. — Décoction de tabac pour détruire le *Phylloxera*, livr. 367, p. 617.

Sonnenschein (F.-L.). — Nouveau réactif pour déceler le sang. — Son emploi en médecine légale, livr. 370, p. 850.

Soret. — Sur les courants d'induction, livr. 363, p. 263.

Stilmant. — Frein pour chemins de fer, livr. 369, p. 720.

T

Tacchini. — Sur une apparition singulière de magnésium dans la chromosphère du soleil, livr. 367, p. 617.

Tamm (Hugo). — Sur l'extraction docimastique des minerais de bismuth et sur une méthode docimastique pour séparer ce métal du cuivre, de l'arsenic, de l'antimoine et du plomb, livr. 365, p. 412. — Dosage du manganèse, livr. 372, p. 973. — Dosage de l'antimoine et sa séparation d'avec les autres métaux, livr. 372, p. 975.

Tanvez. — Charrue à hélice, livr. 367, p. 563.

Tappeiner. — De la décomposition du blanc d'œuf par l'hypermanganate de potasse, livr. 362, p. 173.

Tarnier. — Le langage des nombres, livr. 372, p. 1021.

Tarry. — Sur les cyclones, livr. 362, p. 147. — Relations entre les aurores polaires, etc., livr. 364, p. 337. — *Id.*, p. 339. — Prévision des aurores magnétiques à l'aide des courants terrestres, livr. 365, p. 437. — Sur la constitution de l'essaim d'étoiles filantes d'août, livr. 370, p. 836.

Tasset, docteur-médecin à Lima. — Nouvelles considérations pratiques sur le typhus, la fièvre jaune, les fièvres intermittentes, pernicieuses, paludéennes, et la verrue péruvienne, livr. 366, p. 451.

Tastes. — Sur un nouveau propulseur, livr. 361, p. 74.

Tellier. — Sur la sursaturation de l'eau, livr. 369, p. 782. — Sur la détermination du zéro des thermomètres, livr. 370, p. 833.

Terré et **de Mercader**. — Poudre de mines, livr. 367, p. 571.

Tessié du Motay. — Sur la lumière oxyhydrique, critique du procédé, livr. 363, p. 274. — Traitement des minerais de cuivre sulfuré, livr. 367. p. 569.

Thenard (Paul). — Réponse à M. Pasteur au sujet du chauffage des vins, livr. 365, p. 411.

Thenard (Arnould). — Dissociation rapide de l'acide carbonique sous l'effluve électrique, livr. 365, p. 443. — Appareil pour soumettre les gaz à l'effluve électrique, livr. 368, p. 670.

Thenard père et fils. — Sur l'action comparée de l'ozone sur le sulfate d'indigo et l'acide arsénieux, livr. 369, p. 781. — Dosage de l'ozone, livr. 368, p. 670.

Tissandier. — Essai industriel de l'iode, livr. 361, p. 92. — Nouvelle production du protoxyde de fer, livr. 363, p. 264.

Tommasi. — Sur le dichromate kalichromique, livr. 365, p. 435.

Trecul. — Sur l'origine des levûres lactique et alcoolique, livr. 361, p. 78, 80, et livr. 362, p. 131. — Cellules de levûre de bière devenues mobiles comme des monades, *ibid*, p. 136. — Réflexions concernant l'hétérogénèse, suggérées par les expériences et les opinions de quelques observateurs contemporains, livr. 362, p. 139 et 150. — Discussion avec M. Pasteur, livr. 371, p. 922. — Sur l'origine de la levûre alcoolique et lactique, livr. 372, p. 994.

Tresca. — Son élection dans la section de mécanique, livr. 366, p. 512. — Il fait connaître les résolutions arrêtées dans la commission du mètre, livr. 371, p. 923. — Avait caché les étalons du mètre pendant le siége de Paris, livr. 372, p. 978.

Triana. — Remarques sur le *cundurango* comme antidote du cancer, livr. 364, p. 342.

Troost et **Hautefeuille.** — Action de la chaleur sur les oxychlorures de silicium, livr. 362, p. 147.

Troost. — Sur le beurre artificiel de M. Mège, livr. 369, p. 717.

Trutat. — Sur les gisements de phosphate de chaux de Tarn-et-Garonne, livr. 361, p. 72.

Truyens-Charels. — Composition pour l'entretien des meubles polis, livr. 369, p. 717.

Turquan. — Moyen de révéler la présence du grisou dans les mines, livr. 365, p. 436.

V

Vaillant (le maréchal). — Sur l'aurore boréale du 4 février, livr. 364, p. 336. — Sa mort, livr. 366, p. 519. — Son legs à l'Académie, livr. 369, p. 782.

Valson. — Sur le rôle de l'espace dans les phénomènes de dissolution, livr. 361, p. 74. — Sur une relation entre les actions capillaires et les densités dans les solutions salines, livr. 362, p. 147.

Verdière. — Système de grue, livr. 369, p. 714.

Vergnette-Lamotte. — Conservation des vins par le chauffage, livr. 365, p. 404. — Réponse de M. Pasteur, *ibid.*, p. 408. — Correspondance échangée entre eux au sujet de la priorité du chauffage des vins, livr. 368, p. 653.

Verneuil. — Sur la dernière éruption du Vésuve, livr. 366, p. 514.

Vial. — Impression sur étoffes, livr. 369, p. 723.

Vibraye. — Plantes fourragères exotiques ayant apparu en France, livr. 366, p. 514; *ibid.*, p. 519.

Vicaire. — Sur la température du soleil, livr. 361, p. 81; livr. 362, p. 164.

Villarceau (Yvon). — Sur les régulateurs isochrones dérivés du système de Watt, livr. 366, p. 517.

Ville (Georges). — Son procédé de dosage de l'acide phosphorique et ses nouveaux appareils pour hâter la filtration dans les analyses, livr. 369, p. 779.

Vinson. — Observation d'une aurore australe le 4 février, livr. 364, p. 337. — Sur les phénomènes météorologiques qui ont suivi cette aurore, livr. 367, p. 619.

Violle. — Courants d'induction, livr. 362, p. 157.

Violette (H.). — La fusion du platine, livr. 372, p. 1006.

Vogt et **Henninger.** — Synthèse de l'orcine, livr. 365, p. 438, et livr. 367, p. 609.

Voit. — Différence entre la nourriture animale et la végétale. — Rôle, dans l'économie, des sels alimentaires et des condiments, livr. 370, p. 787.

Volhard. — La chimie constituée par Lavoisier. — Dissertation critique de cette proposition. — Réponse aux chimistes russes, livr. 361, p. 50 et 70. — Lettre au docteur Quesneville, livr. 363, p. 285.

Volpicelli. — Courants électriques obtenus par la flexion des métaux, livr. 361, p. 82.

Vulpian. — Modifications anatomiques qui se produisent dans la moelle épinière à la suite de l'amputation d'un membre, livr. 363, p. 269; livr. 365, p. 434.

Vulpius. — Recherches chimiques sur le condurango, livr. 368, p. 642.

W

Wagner (A.). — Essai des nitrates et dosage de l'acide nitrique, livr. 365, p. 428.

Watteau. — Poudre dépilatoire, liv. 369, p. 718.

Weber. — Batterie électrique, livr. 367, p. 577.

Weddel. — Sa nomination comme correspondant, livr. 369, p. 779.

Weweirne. — Préparation liquide de l'indigo ou indigotine, livr. 367, p. 570.

Weyne (Vander). — Nouveau procédé pour l'essai du pétrole, livr. 365, p. 431.

Wideman. — Sa lettre au sujet de l'emploi industriel de l'ozone en Amérique, livr. 369, p. 733. — Son papier, bon conducteur pour la télégraphie électrique, livr. 371, p. 944.

Wiessnegg. — Fourneau à gaz pour petit atelier, livr. 369, p. 720.

Winkler. — Placage à l'aluminium, livr. 372, p. 1010.

Wissocq. — Utilité du sulfure de calcium contre le *Phylloxera*, livr. 372, p. 993.

Wolf. — Sur le pouvoir réflecteur des miroirs en verre argenté, livr. 362, p. 163. — Remarques de M. Delaunay, livr. 363, p. 262.

Wœstyn. — Extraction du sucre de la betterave, livr. 367, p. 564.

Wurm. — La tétronérythrine, nouvelle matière colorante organique, livr. 367, p. 594.

Wurtz (A.) soutient que la théorie de M. Fremy sur la fermentation n'est autre que ce que M. Liebig soutient lui-même, livr. 262, p. 155. — Il manque de prestige, livr. 368, p. 665. — Nouveau corps étant tout à la fois un alcool et une aldéhyde, livr. 366, p. 513.

Wurtz (Th.). — La coralline ; son emploi dans la teinture et l'impression en Allemagne, livr. 369, p. 738.

Wurtz (F.). — Recherche de la lithine dans les eaux minérales, livr. 370, p. 855.

Y

Yermoloff (Alexis). — Sur les phosphates de chaux de la Russie, livr. 365, p. 418.

Z

Zetterlund. — Préparation de l'alcool au moyen de la sciure de bois, livr. 370, p. 860.

Zeuthen. — Détermination des caractéristiques des systèmes élémentaires des cubiques, livr. 363, p. 263.

Ziegler. — Action des albuminoïdes animales sur les feuilles du drosera, livr. 365, p. 441.

FIN

DES DEUX TABLES DU MONITEUR SCIENTIFIQUE POUR L'ANNÉE 1872.

27129 PARIS. — TYPOGRAPHIE ET LITHOGRAPHIE DE RENOU ET MAULDE, RUE DE RIVOLI, 144.

